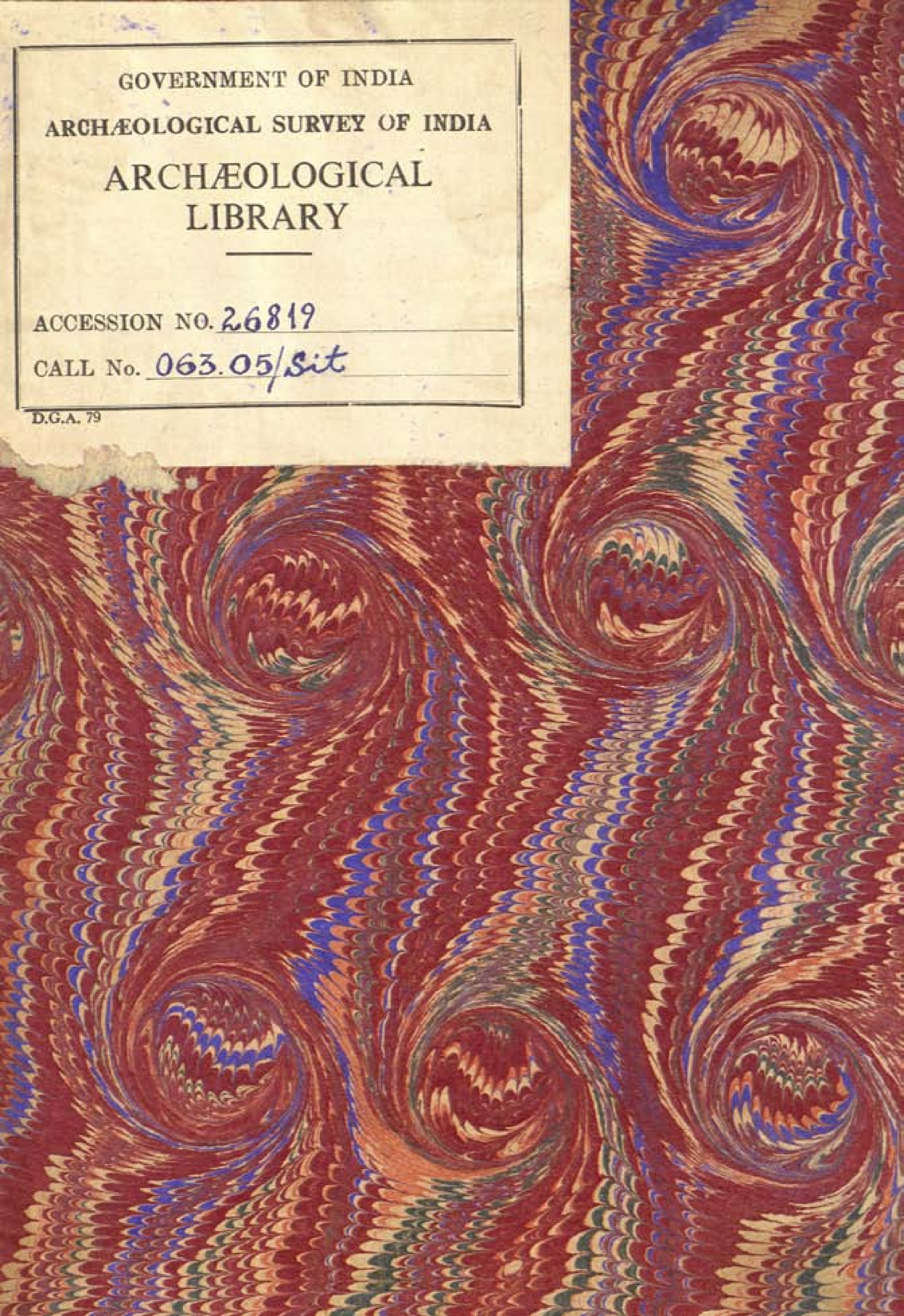


GOVERNMENT OF INDIA
ARCHÆOLOGICAL SURVEY OF INDIA
ARCHÆOLOGICAL LIBRARY
ACCESSION NO. 26819
CALL No. 063.05/Sit
D.G.A. 79





Arot 820 A

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26819

JAHRGANG 1906.

063.05
Sit

ZWEITER HALBBAND. JULI BIS DECEMBER.

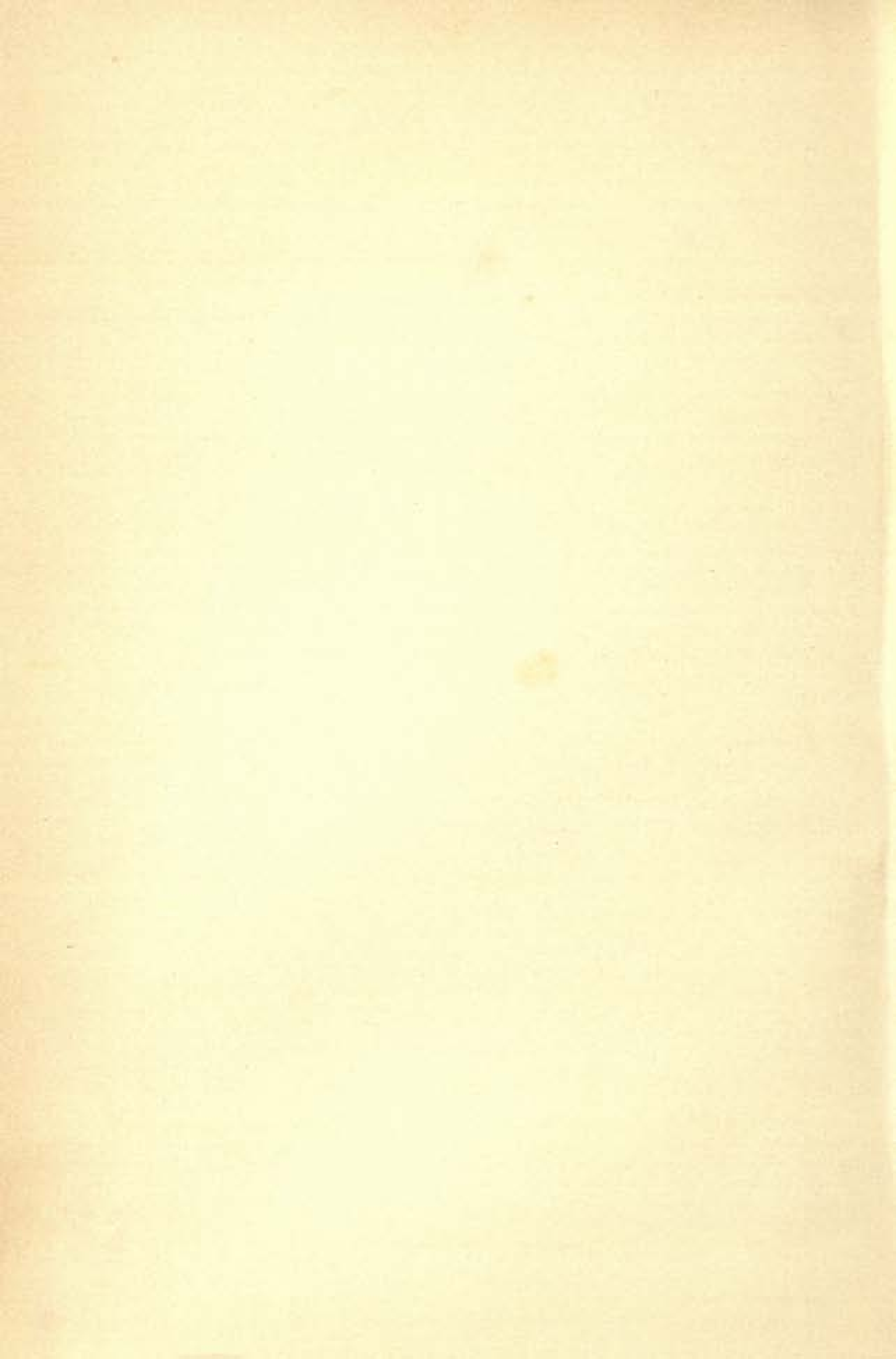
STÜCK XXXIII—LIII MIT EINER TAFEL,
DEM VERZEICHNISS DER EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN, NAMEN- UND SACHREGISTER.



BERLIN 1906.
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.
IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

CENTRAL ARCHAEOLOGICAL
LIBRARY, NEW DELHI.
Acc. No. 26819
Date 30.5.57
Call No. 063.05
Sit

INHALT.



DIRECTOR GENERAL OF ARCHAEOLOGY
Library Regr. No. 270/08.
INDIA.

1906.
XXXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

5. Juli. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Branco las über die Anwendung der Röntgenstrahlen in der Paläontologie. (Abh.)

Es wird gezeigt, dass in dieser Beziehung günstige Ergebnisse sich erzielen lassen und bei weiterem Ausbau noch in erhöhtem Maasse erwartet werden können.

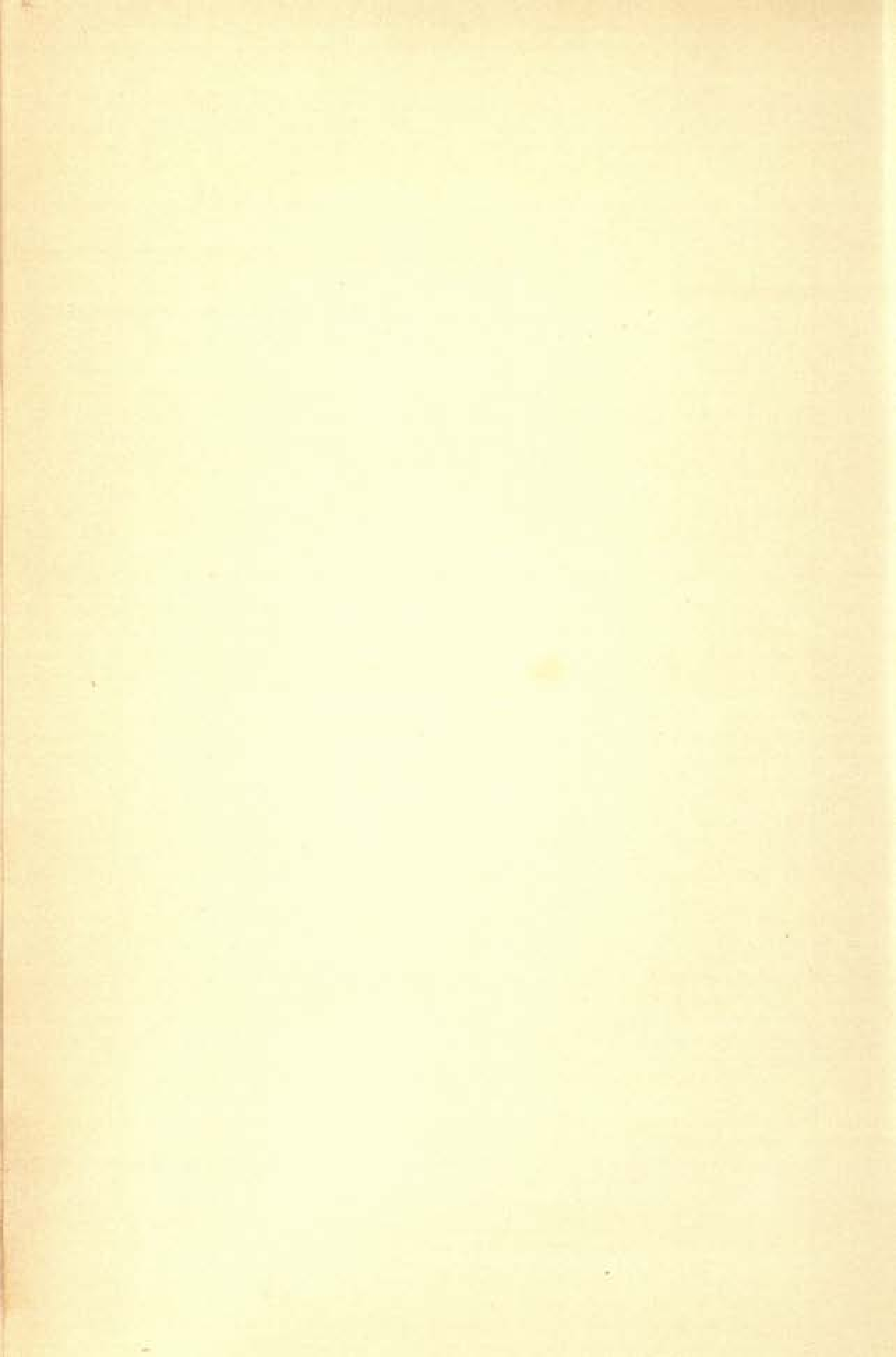
2. Derselbe legte vor eine Arbeit des Hrn. Prof. Dr. Deecke in Greifswald: Der Strelasund und Rügen. Eine tektonische Studie. (Ersch. später.)

Es wird in derselben an der Hand von Aufschlüssen und Bohrungen nachgewiesen, dass die Insel Rügen in eine Anzahl von Kreideschollen zerfällt, deren Bruchlinien in SO–NW-Richtung verlaufen, aber auch noch nach S, auf dem pommerschen Festlande, und ebenso nach N sich verfolgen lassen.

3. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: W. Waldeyer, Albert v. Koelliker zum Gedächtnis. Sep.-Abdr. aus dem Anatomischen Anzeiger. Bd. 28. Jena 1906; A. Gaudry, Fossiles de Patagonie. Étude sur une portion du monde antarctique. Sep.-Abdr. aus den Annales de Paléontologie. Tome 1. Paris 1906; Monumenta Germaniae historica. Legum Sectio IV. Constitutiones et acta publica imperatorum et regum. Tom. 3. Pars 2., Tom. 4. Pars 1. Scriptores qui vernacula lingua usi sunt. Tom. 6. Pars 1. Hannoverae et Lipsiae 1906 und der von der Akademie unterstützte Band 4 des Werkes F. Römer und F. Schaudinn, Fauna Arctica. Jena 1906.

Die Akademie hat das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Paul Drude am 5. Juli und das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hrn. Albert Sorel in Paris am 29. Juni durch den Tod verloren.

Ausgegeben am 19. Juli.



SITZUNGSBERICHTE 1906.
DER
XXXIV.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

12. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. van't Hoff las: »Über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen.« XLVIII. Existenzgebiet und Spaltung von Boronatrocalcit. Tricalciumpentaborat und die künstliche Darstellung von Pandermit.

Boronatrocalcit spaltet sich in die Einzelborate unweit 85° und dessen natürliche Bildung ist dadurch bis 70° beschränkt. Bei dieser Spaltung entstehen unter geeigneten Umständen die natürlichen Calciumborate, und so wurde zum ersten Mal Pandermit künstlich erhalten. Die Untersuchung veranlasste nebenbei zur Aufstellung einer Beziehung zwischen Druck und Reactionsgeschwindigkeit von der Form $^{dlk}/_{dP} = {}^{AM_v}/_{2T}$.

2. Vorgelegt wurden ein neu erschienener Band der Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung: K. Brandt, Die Tintinnodeen. Atlas und Tafelerklärungen. Kiel und Leipzig 1906, sowie H. Müller-Breslau, Erddruck auf Stützmauern. Stuttgart 1906.

Untersuchung über die Bildung der ozeanischen Salzablagerungen.

XLVIII. Existenzgebiet und Spaltung von Boronatrocalcit, Tricalciumpentaborat und die künstliche Darstellung von Pandermit.

Von J. H. van't Hoff.

Die Verfolgung der natürlichen Borate, welche den Abschluß der ganzen Untersuchung bildet, ist nunmehr nach einem bestimmten Plan durchführbar, der zunächst hier vorgelegt wird.

Die elf in Frage kommenden natürlichen Verbindungen lassen sich nach der Schwierigkeit, welche voraussichtlich deren Untersuchung mit sich bringt, anordnen. Dazu kann eben die früher aufgestellte Regel verwendet werden, wonach die Verzögerung, welche die wesentliche Schwierigkeit bildet, zunimmt von den Salzen der Salzsäure, ClH, zu denjenigen der Schwefelsäure, SO_4H_2, und von diesen wiederum zu denjenigen der Borsäure, BO_3H_3. Ebenso steigt sie von den Kali- und Natronsalzen, $(K, Na)OH$, zu denjenigen von Kalk und Magnesia, $(Ca, Mg)O_2H_2$, an.

Dementsprechend sind die Borate in folgenden drei Gruppen unterzubringen:

1. Borate mit einwertigem Ion:
   A. Tinkal $Na_2B_4O_7 . 10H_2O$,
   B. Oktaedrischer Borax $Na_2B_4O_7 . 5H_2O$.
2. Doppelborate von Calcium und Magnesium mit einwertigem Ion:
   A. Boronatrocalcit $NaCaB_5O_9 . 8H_2O$,
   B. Kaliborit $KMg_2B_{11}O_{19} . 9H_2O$,
   C. Boracit $Mg_7Cl_2B_{16}O_{30}$.

3. Calcium- und Magnesiumborate ohne einwertiges Ion:
   A. Pandermit $Ca_8B_{20}O_{38} . 15H_2O$,
   B. Colemanit $Ca_2B_6O_{11} . 5H_2O$,
   C. Borocalcit $CaB_4O_7 . 4H_2O$,
   D. Pinnoit $MgB_2O_4 . 3H_2O$,
   E. Ascharit $Mg_4B_4O_{16} . 2H_2O$,
   F. Sulfoborit $Mg_9S_3O_{12}B_8O_{18} . 12H_2O$.

Von sämtlichen Vorkommnissen sind Darstellungsweise und Gebietsumschränkung zu ermitteln.

Die von Gruppe zu Gruppe ansteigende Schwierigkeit zeigt sich nun schon am Stadium, in dem sich die betreffende Untersuchung befindet. Die Untersuchung der ersteren Gruppe ist vollständig erledigt durch eine frühere Arbeit.[1]

In der zweiten Gruppe ist die Aufgabe bis zur Hälfte gelöst, indem sämtliche dahingehörigen Körper künstlich erhalten wurden; der Boracit schon vor längerer Zeit durch Schmelzversuche,[2] erst viel später in Lösungen.[3] Boronatrocalcit wurde vor nicht langer Zeit durch de Schulte erhalten[4]; Darstellung von Kaliborit ist in diesen Berichten beschrieben.[5] Die Gebietsumgrenzung der drei Körper bleibt jedoch noch festzustellen.

In der dritten Gruppe ist noch das wenigste erst getan, indem bis jetzt nur einer der darin vorkommenden Körper, nämlich Pinnoit, künstlich dargestellt werden konnte.[6]

Die hier vorliegende Arbeit enthält die Gebietsumgrenzung des Boronatrocalcits, welche die künstliche Darstellung des Pandermits mit sich brachte, sowie ein neues Calciumborat, das als Mineral noch nicht aufgefunden wurde, doch als solches möglicherweise vorkommt.

1. Spaltung und Bildung von Boronatrocalcit.

Dessen Fortfallen bei 70°.

Indem die Feststellung des Gebiets von Boronatrocalcit bei den extremen Temperaturen von 25° und 83° zu verfolgen war, bot sich eine nicht unwesentliche Vereinfachung in der Tatsache, daß bei der letzteren Temperatur Boronatrocalcit durch Spaltung in die Einzelborate gänzlich fortgefallen ist.

---

[1] Diese Sitzungsberichte 1905, 1086.
[2] Heintz und Richter, Pogg. Ann. 90, 613.
[3] de Gramont, Compt. rend. 111, 43.
[4] Ebendaselbst 132, 1576.
[5] Diese Sitzungsberichte 1902, 1008.
[6] Ebendaselbst 1902, 805.

Dieses Ergebnis ging daraus hervor, daß, während sich Boronatrocalcit bei 25° in den verschiedensten Lösungen bildete, dies bei 83° ausblieb, auch dort, wo dasselbe am ersten zu erwarten wäre. Die Gegenprobe, Verfolgung von Boronatrocalcit als solchem, ergab, in Übereinstimmung mit obigem, Anzeige des Zerfalls, unter Ausscheidung eines Dicalciumtriborats $Ca_2B_6O_{11}.7H_2O$, sogar bei Anwesenheit von Borax, und so lag die Schlußfolgerung nahe, daß es sich handelt um eine Spaltung in Calciumborat und oktaedrischem Borax nach der Gleichung:

$$2NaCaB_5O_9.8H_2O = Na_2B_4O_7.5H_2O + Ca_2B_6O_{11}.7H_2O + 4H_2O.$$

Nachdem die qualitative Natur der Zersetzung durch Isolierung der Produkte festgestellt war, wurde die Umwandlungstemperatur dilatometrisch verfolgt. Die betreffende Spaltung tritt bei Boronatrocalcit ohne weiteres erst oberhalb 100° ein, und auf die genaue Ermittelung der Temperatur mußte verzichtet werden, da unter der Hand ein neues Borat auftritt, das sofort zu beschreiben ist und die Spaltungstemperatur erniedrigt. Nur sei noch hinzugefügt, daß die umgekehrte Reaktion verfolgt wurde und zu einer überaus bequemen Darstellung des Boronatrocalcits führte, die hier zu erwähnen ist.

Darstellung von Boronatrocalcit. Wiewohl schon von de Schulte eine Darstellungsweise von Boronatrocalcit angegeben ist, sei doch im nachfolgenden ein Verfahren beschrieben zur Erhaltung dieses Minerals, welches für die ganze Boratuntersuchung sehr wertvoll war.

Zunächst wurde im Anschluß an die obige Gleichung Borax und Dicalciumtriborat genommen, letzteres jedoch mit neun Molekülen Kristallwasser, also $Ca_2B_6O_{11}.9H_2O$. Zur Beschleunigung wurde in gesättigter Chlornatriumlösung gearbeitet, und z. B. 600^{ccm} hiervon mit 60^g des erwähnten Borats und 50^g Borax bei gewöhnlicher Temperatur zusammengebracht. Wegen des Zusammenbackens ist Schütteln erwünscht, und nach ein paar Tagen, unter Einimpfung mit Boronatrocalcit, zeigt die mikroskopische Beobachtung, daß sich die Umwandlung vollzogen hat. Noch leichter gestaltet sich die Darstellung, falls man vom leicht erhältlichen Monoborat ausgeht,[1] und z. B. 110^g von diesem ($CaB_2O_4.6H_2O$) mit 40^g Borsäure, 100^g Borax, 450^g Chlornatrium und 2500^{ccm} Wasser behandelt in obiger Weise. Auswaschen mit Wasser, dann mit 50prozentigem, schließlich mit gewöhnlichem Alkohol liefert nach Trocknen ein analysenreines Produkt.

Das Tricalciumpentaborat. Wie schon erwähnt, bildet sich bei der Spaltung von Boronatrocalcit anfangs Dicalciumtriborat, das

[1] Meyerhoffer und van't Hoff, Liebens Jubiläumsheft.

nach einiger Zeit von einem neuen Borat gefolgt wird. Dies entsteht sofort nach Einimpfen, und so läßt es sich aus Boronatrocalcit durch Erhitzen in Boraxlösung erhalten. Auch der nach obigem dargestellte Boronatrocalcit läßt sich ohne vorhergehende Abtrennung durch Erhitzen in der Flüssigkeit, in der die Bildung stattfand, in die neue Verbindung überführen.

Die Analyse[1] ergab:

B_2O_3	CaO	H_2O	
50,2	24,4	—	
51,7	24,1	23,1	
51,4	24,7	23,9	$(Ca_3B_{10}O_{18} . 9H_2O)$

Die Verbindung sieht fast aus wie Boronatrocalcit, feine Nadeln, jedoch etwas kompakter und dadurch deutlicher doppelbrechend und nicht so fähig, eine große Flüssigkeitsmenge zu verfilzen. Soviel bekannt, ist dies Calciumborat noch nicht natürlich angetroffen; als, wie es scheint, stabiles Spaltprodukt von Boronatrocalcit muß jedoch vor der Hand mit dem Auftreten gerechnet werden.

Spaltungstemperatur von Boronatrocalcit. Nach dieser Beschreibung des Spaltprodukts seien die Versuche zur Bestimmung der Umwandlungstemperatur erwähnt, und zwar in der Reihenfolge, wie sie angestellt wurden.

Ein Dilatometer wurde beschickt mit Boronatrocalcit, etwas Borax und Calciumborat $Ca_2B_6O_{11} . 7H_2O$, Petroleum als Füllflüssigkeit. Durch Erwärmen auf 65° vollzog sich unter Ausdehnung die Bildung von oktaedrischem Borax. Weiteres Erhitzen bei 100° gab während zwei Tagen keine Andeutung von Veränderung; am dritten Tage starker Anstieg (offenbar durch neu aufgetretenem Tricalciumpentaborat), der sich auch noch bei 90° und bei 85° zeigte. Inzwischen hatte sich die Umwandlung ganz vollzogen, Rückverwandlung ließ sich nicht beobachten, und das Dilatometer enthielt das neue Pentaborat.

Schon unterhalb 85° fällt also Boronatrocalcit ohne weiteres ab, und da Anwesenheit von Chlornatrium in den Salzbildungen derartige Wasserspaltungen um etwa 20° erniedrigt, fällt Boronatrocalcit bei 83° aus der Untersuchung ganz fort.

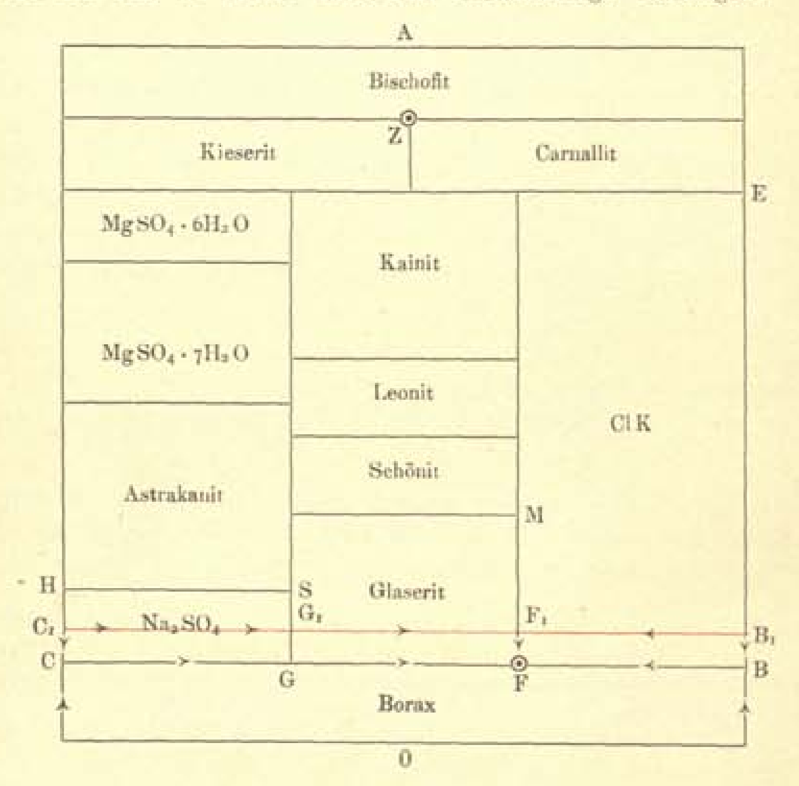
Anschließend wurde bestimmt, welche die höchste Temperatur des natürlichen Auftretens von Boronatrocalcit ist, die Temperatur also, bei der sich dieses Mineral in Anwesenheit von Chlornatrium spaltet. Dazu wurde ein Dilatometer mit demselben (6g), Chlornatrium (3g), Borax und Pentaborat (je 0,8g) beschickt. Nachdem sich bei 65° die

[1] Das ganz einfache analytische Verfahren ist in der S. 568 erwähnten Arbeit beschrieben.

Bildung von oktaedrischem Borax vollzogen hatte, trat bei 83° ein allmähliches Steigen sofort ein, was den vermuteten Fortfall von Boronatrocalcit bei dieser Temperatur bestätigte. Das Steigen hielt bei 80°, 75° und 70° an, bei 65° trat Konstanz ein, wiewohl die Verwandlung sich noch nicht ganz vollzogen hatte; Rückbildung erfolgte im Dilatometer, sogar bei gewöhnlicher Temperatur, kaum merkbar. Dieselbe ließ sich dagegen verfolgen in einem Rührversuch mit Boronatrocalcit und einer an Borax und Chlornatrium gesättigten Lösung, beide im Überschuß. Nach Spaltung des Boronatrocalcits bei 83° wurde abgekühlt, auf 80° zunächst und dann jeden Tag um 5°, immer unter Rühren. Bei 65° erstarrte das Ganze allmählich unter Bildung von Boronatrocalcit, der, wie erwähnt, eine große Flüssigkeitsmenge verfilzt. Die natürliche Boronatrocalcitbildung ist also bis rund 70° möglich.

2. Existenzgebiet von Boronatrocalcit bei 25°.

Um den jetzt nur noch nötigen Einblick in das Existenzgebiet bei 25° zu erleichtern, sei das Schema für diese Temperatur hier wiedergegeben, welches das Auftreten von Borax mit umfaßt; offenbar handelt es sich ja, da Boronatrocalcit eine Doppelverbindung von Natriumborat ist, in erster Linie um boraxhaltige Lösungen.



Die rote Linie begrenzt die unterhalb liegenden Lösungen, welche Borax enthalten und magnesiumfrei sind; oberhalb liegen die magnesiumhaltigen und boraxfreien. Wegen der geringen Löslichkeit der Magnesiumborate ist das Nebeneinandervorkommen von Borax und Magnesiumsalzen praktisch ausgeschlossen.

Es handelt sich nun um Feststellung der Lösungen, welche bei 25° mit Boronatrocalcit im Gleichgewicht sind, aus denen sich also dieses Mineral bilden kann.

Im einfachsten Fall, bei Sättigung an Chlornatrium allein, zeigte sich bei 25° die große Neigung zur Boronatrocalcitbildung durch eine doppelte Zersetzung von Calciumborat und Chlornatrium unter Bildung von Chlorcalcium. Sowohl das künstliche Monoborat $CaB_2O_4 . 6H_2O$ wie der natürliche Colemanit $Ca_2B_6O_{11} . 5H_2O$ verwandelten sich in dieser Weise in Boronatrocalcit. Hiermit ist gleichzeitig eine zweite natürliche Bildungsweise von Chlorcalcium gegeben.[1]

Die erwähnte Beobachtung schließt die Tatsache in sich, daß auch in den Lösungen, die in Fig. 1 mit O, C, G, F und B bezeichnet sind und neben Chlornatrium noch Sättigung an Borax aufweisen, die Calciumborate sich in Boronatrocalcit verwandeln werden. Für B und C wurde dies direkt festgestellt und auch gefunden, daß Gips in denselben sich in Boronatrocalcit verwandelt.

Auch in den Lösungen H, S, M und E liegen die Verhältnisse einfach, indem Boronatrocalcit sich in denselben bei 25° alsbald verwandelt. In H, S und M bilden sich Sulfoborate, in E hält sich das genannte Mineral noch am längsten; nach Einimpfung mit Pinnoit und Kaliborit entwickeln sich aber diese unter Aufzehrung des Boronatrocalcits. Auf der Grenzlinie B_1C_1 scheint auch ungefähr die Grenze der Boronatrocalcitbildung zu liegen. Zwar ist noch Chlornatrium vorhanden, aber die anderen mitanwesenden Salze erschweren durch ihre wasseranziehende Wirkung das Entstehen von Boronatrocalcit, das ja von Wasseraufnahme begleitet ist. Dies muß sich im Endpunkt F_1 am meisten geltend machen.

Festgestellt wurde, daß in C_1 und B_1 Boronatrocalcit entsteht. In ersterer Lösung wurde dies beobachtet bei Berührung mit den stabilsten künstlichen Boraten (die stabile Modifikation von $CaB_2O_4 . 4H_2O$ und das Triborat $CaB_6O_{10} . 4H_2O$); ebenfalls mit dem natürlichen Colemanit und Borocalcit, welch ersterer von beiden am schnellsten sich verwandelte. In B_1 änderten diese Mineralien sich ebenfalls in gleichem Sinne; auch wurde in dieser Lösung das Entstehen von Boronatrocalcit aus Kaliborit und Gips beobachtet.

---

[1] Diese Sitzungsberichte 1906, 412.

In F_1, der entscheidenden Lösung, wurden die Verhältnisse besonders verfolgt und diese Lösung in Berührung gebracht mit Colemanit, Borocalcit, Pandermit und Boronatrocalcit. Man scheint hier gerade auf der Grenze zu sein: Boronatrocalcit bildet sich nicht, scheint sich aber auch nicht weiter zu verwandeln, nachdem etwas Syngenit gebildet ist. Colemanit, Borocalcit und Pandermit bilden zunächst Syngenit, und zwar mit einer Leichtigkeit nach erwähnter Reihenfolge; dann aber entsteht noch eine zweite Verbindung, deren Natur noch nicht festgestellt wurde, und die eingebrachten Calciumborate verschwinden.

Wenn also B_1C_1 der ungefähren Grenze der Boronatrocalcitbildung entspricht, ist auch die Paragenese vollständig festgestellt. Das betreffende Mineral kann, außer mit seinen Bestandteilen, Borax und Calciumborat, vorkommen mit Chlornatrium, Natriumsulfat, Glaserit, Chlorkalium, Glauberit, Syngenit, Pentasulfat, Gips und Anhydrit.

3. Künstliche Darstellung von Pandermit.

Daß so einfache Verbindungen wie Pandermit, Colemanit und Borocalcit, drei saure Calciumborate, noch nicht künstlich dargestellt sind, hängt mit der mehrfach erwähnten Verzögerung zusammen, welche man bei Boraten zweiwertiger Metalle auf Schritt und Tritt begegnet. Schon die einfachere Aufgabe, Calciumborate kristallinisch zu erhalten, ohne noch dabei besonders die natürlichen zu berücksichtigen, ist nicht so ganz leicht. Sie wurde von Ditte bis zu einer gewissen Höhe gelöst.[1]

Auf diese Arbeit wurde dann weiter fortgebaut, auf gewöhnlich chemischem Wege zunächst, in der Richtung der natürlichen Borate, die sich dabei buchstäblich verbarrikadiert zeigen durch andere weniger stabile. An anderer Stelle[2] habe ich das Resultat dieser letzten, gemeinschaftlich mit Meyerhoffer ausgeführten Untersuchung veröffentlicht. Die natürlichen Calciumborate bekommt man in dieser Weise nicht oder ungemein schwierig.

Günstiger gestalteten sich die Resultate, als statt des einfachen chemischen Verfahrens auf geologischer Grundlage mit den Flüssigkeiten gearbeitet wurde, aus denen die natürlichen Borate entstanden sein müssen, und diese sind jetzt bekannt. Um dabei weniger stabile Formen möglichst auszuschließen, ist es zweckmäßig, von einem Naturprodukt auszugehen; dann muß aber geeignet gewählt werden, weil

[1] Ann. de Chim. et de Phys. (5) 30, 248.
[2] Siehe S. 568.

mitunter eine unbesiegbare Resistenz alle Verwandlung ausschließt. Hier zeigte sich nun der künstliche Boronatrocalcit besonders geeignet, und war für die Untersuchung der Calciumborate was der so leicht verwandelbare Gips aus Alabastergips und Wasser für die Verfolgung der natürlichen Anhydritbildung war. Ursache ist in beiden Fällen offenbar die feinfaserige Struktur, welche eine Oberflächenausdehnung mit sich bringt, die durch Verreiben kaum erreichbar sein dürfte, und sich in der mehrfach erwähnten Fähigkeit äußert, große Flüssigkeitsmengen zu verfilzen.

Die Bildung von Pandermit erfolgte dann durch Zerfall von Boronatrocalcit in der an Chlorkalium und Chlornatrium gesättigten Lösung B_1 der Fig. 1. Allerdings findet sie langsam statt, so daß man am besten beim Siedepunkt der betreffenden Lösung arbeitet. Boronatrocalcit ist dann sofort verwandelt in ein Produkt, dessen Analyse auf Pandermit stimmt: die kristallinische Ausbildung, begleitet von auftretender Doppelbrechung, entwickelt sich aber erst sehr allmählich und nimmt drei bis vier Tage in Anspruch. In dieser Weise gaben z. B. 5^g Boronatrocalcit in einer Lösung von 45^g NaCl und 55^g KCl in 180^g H_2O etwas mehr als 2^g Pandermit, was der Theorie entspricht. Die Analyse des ausgewaschenen Produkts, das kaum noch eine Chlorreaktion zeigte, ergab folgendes:

31.4 Prozent CaO, 48.9 Prozent B_2O_3, 18.9 Prozent H_2O.

Über die Zusammensetzung des (in Begleitung von Gips aufgefundenen) Pandermits (Priceïts) liegen verschiedene Angaben vor.[1] Einerseits wird das Verhältnis zwischen CaO und B_2O_3 als 2:3, andererseits als 4:5 angegeben. Die neueren Analysen stimmen auf letzteres. Die Analyse eines natürlichen Pandermits ergab mir:

31.7 Prozent CaO, 49.8 Prozent B_2O_3, 18.4 Prozent H_2O

in vollständiger Übereinstimmung mit der letztvorliegenden Analyse von Kraut:

32.3 Prozent CaO, 49.9 Prozent B_2O_3, 18.2 Prozent H_2O.

Sämtliche Analysen stimmen also auf 4:5 für das Verhältnis zwischen CaO und B_2O_3.

Was den Vorzug anbelangt, welchen das Arbeiten mit natürlichen Lösungen statt des gewöhnlichen chemischen Weges hat, so ist dies wohl

[1] Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, vom Rath, 1878, 1220; Rammelsberg, 1884, 1926; Whitefield, 1887, 450; Gilbert, 1893; Kraut, Zeitschr. für anal. Chemie 36, 165.

darauf zurückzuführen, daß die im ersten Fall vorhandenen Chloride die Bildungstemperaturen erniedrigen, das Arbeiten bei etwas höheren Siedepunkten gestatten, und schließlich, indem sie Calciumborat etwas lösen, die Verwandlungen beschleunigen. Natürlich wäre auch auf chemischem Wege, durch Arbeiten im Einschmelzrohr mehr erreichbar, doch dann entfernt man sich von den natürlichen Vorgängen, welche die Untersuchung eben verfolgt.

Die Verteilung der Meere auf der Mondoberfläche.

Von Prof. J. Franz
in Breslau.

(Vorgelegt von Hrn. Struve am 31. Mai 1906 [s. oben S. 523].)

Hierzu Taf. I.

Die Himmelskörper, auf deren Oberfläche wir Einzelheiten wahrnehmen können, zeigen in den Äquatorgegenden andere Gebilde als an den Polen.

Die Sonnenflecke treten in zwei Zonen nördlich und südlich vom Äquator auf. Die dunklen Wolkengürtel des Jupiter sind dem Äquator parallel. Der Mars hat weiße Polarkappen, Polarmeere und einen Landgürtel um den Äquator. Auch die Erde hat weiße Polarkappen und Polarmeere. Die Küsten in den Äquatorgegenden sind glatt, die der Polargegenden sind durch die Tätigkeit der Gletscher zerrissen und in Skären gegliedert.

Nur auf dem Monde scheinen auf den ersten Anblick die Äquatorgegenden sich von den Polargegenden nicht wesentlich zu unterscheiden.

Es kann dies insofern unerwartet sein, als die genannten Zonen unter sehr verschiedenen Bedingungen stehen. Die Umgegend des Äquators empfängt, zumal bei dem Fehlen einer merklichen Mondatmosphäre, von der Sonne durch Strahlung eine viel erheblichere Wärmezufuhr und steht bei der unbehinderten Ausstrahlung unter viel stärkeren Wärmeschwankungen als die Pole.

Ferner ist anzunehmen, daß der Mond, bevor er durch die Reibung der Flut gezwungen wurde, der Erde immer dieselbe Seite zuzukehren, sich schneller um seine Achse drehte als heute. Er muß also mehr abgeplattet gewesen sein. Aber auch wenn man voraussetzen will, daß er uns stets dieselbe Seite gezeigt hätte, folgt aus der erheblich kürzeren Umlaufzeit, die der Mond früher nach George Darwin hatte, eine ehemals schnellere Rotation. Er muß also früher merklich abgeplattet gewesen sein, während sich jetzt seine Abplattung als unmerklich zeigt. Die Polargegenden müssen sich später gehoben haben, vielleicht unter vulkanischen Eruptionen, die die Bildung von Kratern begünstigten. Die Äquatorgegenden müssen später eingesunken sein, und zwar um den halben Betrag der Erhebung

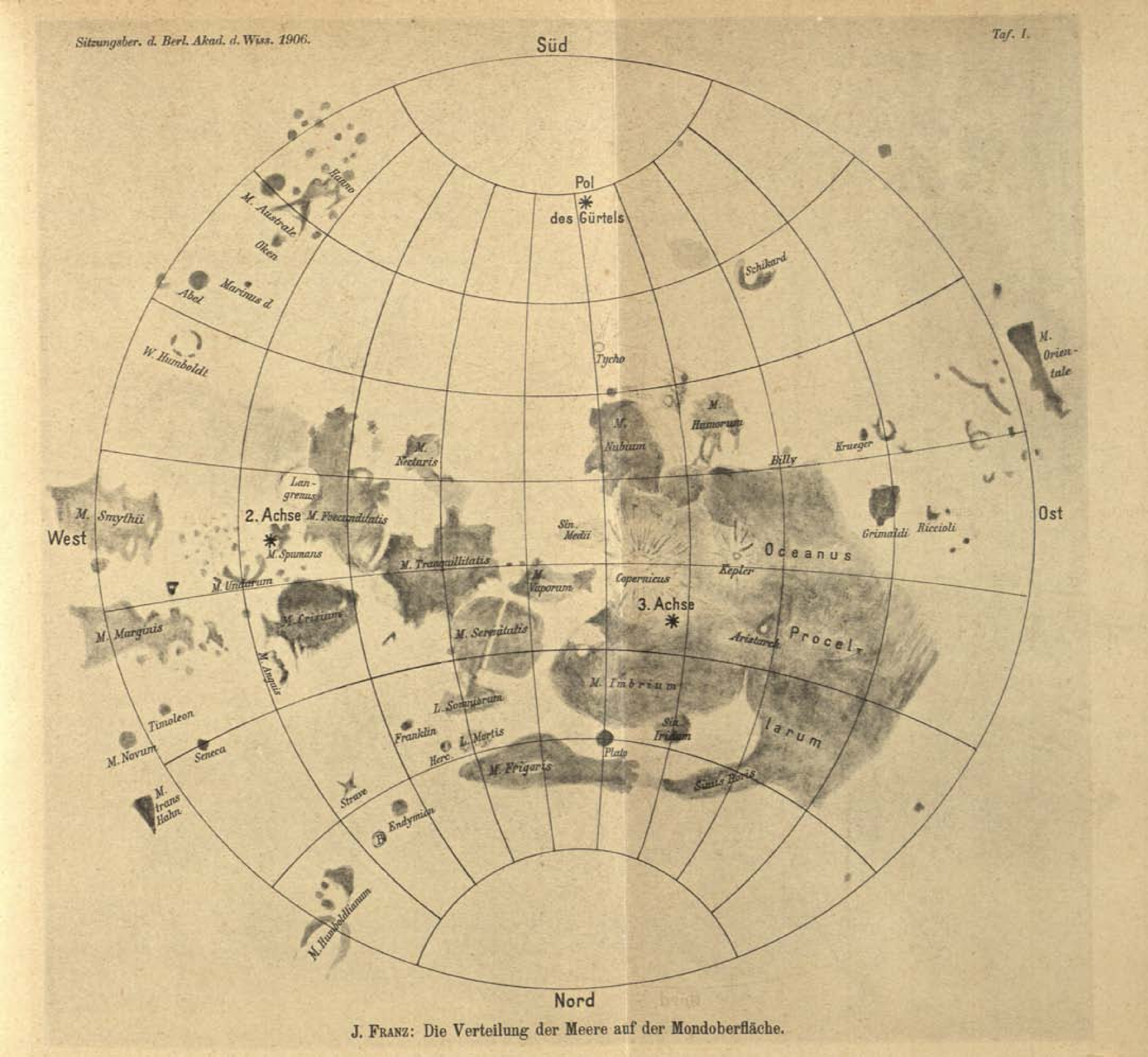
der Pole. Auch aus diesem Grunde könnte man eine Verschiedenheit des Aussehens beider Gebiete erwarten.

Die auffälligsten Unterschiede, die jetzt die Mondoberfläche zeigt, bestehen in dem Gegensatz zwischen den kraterreichen hellen Gebirgsgegenden und den kraterarmen dunklen Flächen, den sogenannten Meeren. Die Meere bilden meist Flächen, die einander von außen berühren. Sie bilden also eine Reihe nebeneinanderliegender Flächen. Loewy und Puiseux haben darauf aufmerksam gemacht, daß oft in den Meeren, besonders in den ausgedehnten auf der Ostseite des Mondes, teilweise versunkene Krater vorkommen. Außer den großen Meeresflächen kommen einzelne Krater vor, deren Inneres mit dunkler Meeresfarbe angefüllt ist. Mädler bezeichnet diese als »Kratermeere«. Von solchen finden sich auf der Osthälfte nur Plato, Billy, und Krüger. Sie sind aber nahe dem Westrand sehr häufig. Hier besteht, wie man bei günstiger Libration sieht, das Mare Spumans, Mare Undarum, Mare Anguis und ein kleines hammerförmiges Meer um $\lambda + 44°$, $\beta + 33°$ ganz aus Kratermeeren, das Mare Australe fast ganz, das Mare Marginis zum Teil. Hanno, Oken, Marinus d, Abel, Apollonius, Firmicus, Neper, Timoleon, Plutarch, Seneca, Franklin und Endymion sind wegen ihrer dunklen Binnenfarbe gleichfalls zu den Kratermeeren zu zählen. Außerdem treten Krater auf, deren Inneres nur zum Teil mit dunkler Meeresfarbe bedeckt ist. Von solchen partiellen Kratermeeren hat die Ostseite des Mondes Schikard, Grimaldi und Riccioli, die Westseite W. Humboldt, Condorcet, Hercules und das Mare Humboldtianum. Letzteres liegt in einer großen kraterähnlichen Depression, die weit über den Mondrand hinübergeht. Wenn man die Meere durch ihre dunkle Farbe definiert, so muß man auch die Kratermeere zu ihnen rechnen. Sie schließen sich auch ihrer Lage nach den Flächen der Maria so an, daß sie die Reihe der Flächen erweitern und vervollständigen.

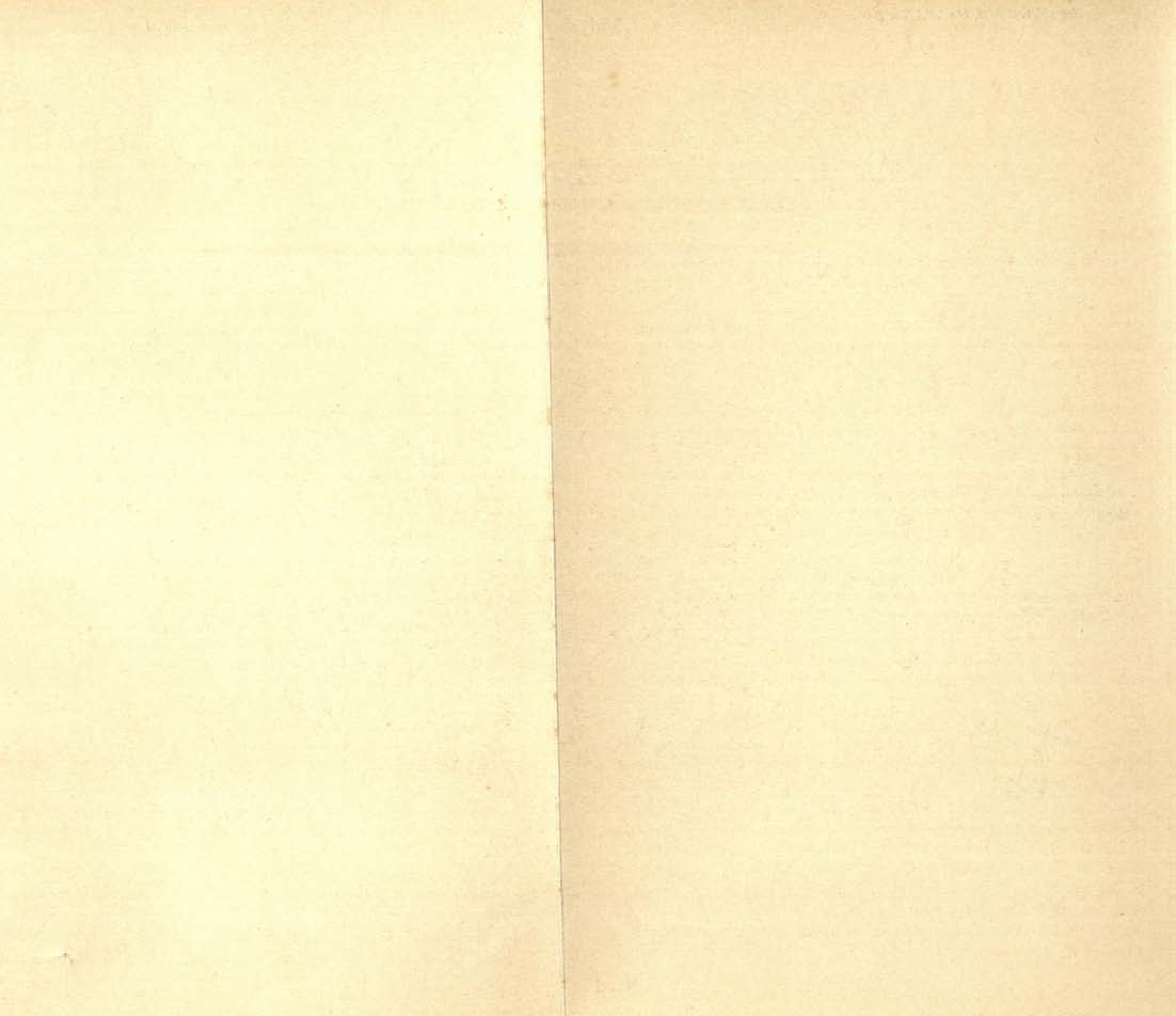
Frei von Meeren ist dagegen ein großer Teil der Südhälfte des Mondes. Aber auch sein Nordrand in dem ausgedehnten und nur durch die orthographische Projektion perspektivisch verkürzten Gebiete jenseits des Mare Frigoris und des Sinus Roris zeigt sich völlig frei von Meeren. Wären solche dort vorhanden, so würden sie ebenso deutlich sichtbar werden wie beispielsweise das Mare Smythii am Mondrand im Äquator. Denn bei Vollmond stehen alle Randgegenden unter gleichen Bedingungen der Sichtbarkeit.

Man kann also die sichtbaren Umgebungen beider Pole als Teile von Polarkappen betrachten, die eine Zone nebeneinanderliegender Meere umgeben.

Daß ein solcher Gürtel der Meere wirklich vorhanden ist, erkennt man leicht, wenn man den Mond wie in der beigegebenen



J. Franz: Die Verteilung der Meere auf der Mondoberfläche.



Figur winkeltreu in stereographischer Projektion zeichnet. Er zeigt sich richtiger und deutlicher auf einem Mondglobus. Noch mehr aber freilich übertrieben deutlich würde er in Mercators Projektion erscheinen. Nur die orthographische Projektion hat die Existenz des Gürtels der Meere bisher dadurch verschleiert, daß sie die Meere des Nordens und Nordostens zu nahe an den Rand brachte.

Der Gürtel ist keineswegs regelmäßig. Er ist vielfach unterbrochen und wird an seiner Nord- und Südseite von mehr oder minder isolierten Meeren begleitet. Er liegt auf der sichtbaren Seite des Mondes mehr nördlich als südlich vom Äquator.

Seine Realität wird noch mehr verbürgt durch die Auffindung von Meeren in den Äquatorgegenden des Mondrandes und in den benachbarten Teilen der Rückseite des Mondes, die in Breslau dem Verfasser bei der Ausmessung der Randpartien bei günstiger Libration mit dem von der Königlich Preußischen Akademie ihm bewilligten Ausmesser gelang. Denn diese Meere setzen den Gürtel beiderseits weiter fort. Sie mußten auf unserer Figur, soweit ihre Längen $\pm 90°$ überschreiten, über den Rand des Gradnetzes hinaus gezeichnet werden. Erwähnt seien hier mit vorläufigen oder neuen Bezeichnungen ein Mare Marginis zwischen $+9^{\circ}\!.0$ und $+18^{\circ}\!.2$ selenographischer Breite und von $+75°$ bis über $+95°$ Länge hinaus, ein Mare trans Hahn zwischen $+30^{\circ}\!.5$ und $+33^{\circ}\!.6$ Breite, welches südlich bei $+92^{\circ}\!.5$ und nördlich hinter $+96^{\circ}\!.5$ Länge beginnt. Am Ostrande liegt ein großes sehr dunkles Mare Orientale zwischen $-24^{\circ}\!.3$ und $-12^{\circ}\!.7$ Breite, das an seiner Südseite erst hinter $-90^{\circ}\!.4$ Länge, an seiner Nordseite noch weiterhin beginnt.

Es ist von Wichtigkeit, zu untersuchen, wo sich die durchschnittliche Lage des Gürtels der Meere hinzieht, und wo seine Pole liegen, ferner ob der Gürtel einen größten oder einen kleinen Kugelkreis umgibt.

Hierzu habe ich die Mondoberfläche in rechtwinklige Trapeze von je 20° Länge und 20° Breite geteilt, die von den Längen- und Breitengraden von $\pm 10°$, 30°, 50°, 70° begrenzt werden, und schätzte nach Prozenten der Trapeze die in ihnen enthaltenen Meeresflächen sowie ihren Schwerpunkt. Die Schätzungen geschahen mit Hilfe von geeigneten mit Gradnetz versehenen Mondkarten auf Photogrammen des Mondes, indem ich anfangs die Vierecke auf den Photogrammen durch Papierstreifen abgrenzte, und später, indem ich das Gradnetz in die Photogramme einzeichnete. Sie bereiteten einige Schwierigkeit dort, wo die Meere nicht scharf begrenzt sind, wo halbdunkle Meere wie die Paludes auftraten und in Gegenden wie westlich von Langrenus, die nach manchen Karten noch Meere sind, nach anderen nicht. Um ein

einfaches Kriterium zu haben, wendete ich nur die sogenannte Farbe, also die Dunkelheit als solches an, und so erhielten die weniger dunklen Flächen bei den Schätzungen von vornherein weniger Gewicht, so wurden helle Krater in den Meeren (wie Kopernikus, Kepler und Aristarch) nicht zu den Meeren gerechnet, ebensowenig ihre hellen Umstrahlungen, obwohl diese als über den Meeren liegend offenbar später entstanden sind. Aber dieses Moment ist für das Gesamtresultat ohne erheblichen Einfluß, weil die Umstrahlungen nahezu in der Mitte des Gürtels liegen. Für die Meere, die am Mondrande liegen oder jenseits derselben, wurden die Zeichnung in Band II der Breslauer Mitteilungen und die noch unveröffentlichten Breslauer Messungen zu Hilfe gezogen.

Die genannten Schätzungen wurden wiederholt ausgeführt, so daß im ganzen 5 Reihen von Schätzungen sich über den Mond erstrecken. In der folgenden Tabelle finden sich die Mittelwerte aller 5 Beobachtungsreihen so angeordnet, wie der Mond im Fernrohr erscheint, also Süd oben, Nord unten, West links, Ost rechts. Die obere der 3 Zahlen gibt das Verhältnis m der Meeresfläche eines Trapezes zum ganzen Trapez, die beiden darunter folgenden Zahlen in Graden die selenographische Länge λ und Breite β ihres Schwerpunktes in dem Trapez an, nach dem Schema $\begin{array}{|c|}\hline m \\ \lambda \\ \beta \\ \hline\end{array}$

0.282 +81.4 −54.8						0.018 −44.8 −54.8		
0.147 +78.6 −44.0					0.046 −25.0 −33.0	0.062 −40.4 −36.9	0.080 −58.4 −41.8	
0.088 +79.0 −20.4	0.300 +57.4 −16.8	0.262 +36.4 −16.4	0.026 +28.2 −12.7	0.101 − 8.9 −18.2	0.729 −18.2 −19.0	0.634 −38.8 −20.6	0.098 −55.5 −13.8	0.236 −90.0 −20.6
0.241 +86.3 − 2.2	0.556 +57.8 − 2.0	0.658 +41.8 + 1.4	0.472 +23.8 + 2.3	0.214 − 3.0 + 2.8	0.583 −20.8 − 2.3	0.890 −40.9 − 1.7	0.790 −58.2 + 0.8	0.054 −76.0 − 2.2
0.216 +85.4 +14.2	0.586 +59.4 +17.0	0.278 +37.3 +15.6	0.836 +21.4 +21.6	0.650 + 0.4 +19.6	0.772 −20.2 +22.8	0.902 −40.2 +20.4	0.962 −59.5 +19.8	0.461 −74.4 +22.2
0.043 +91.4 +35.6	0.023 +63.8 +43.8	0.158 +35.4 +37.6	0.436 +19.6 +35.2	0.690 − 1.0 +38.4	0.918 −19.4 +39.2	0.638 −38.2 +37.4	0.947 −59.8 +40.6	0.472 −73.7 +38.0
0.128 +79.6 +58.2	0.032 +56.2 +53.8	0.166 +33.8 +54.0	0.406 +19.6 +54.6	0.394 0.0 +55.2	0.380 −18.6 +57.8	0.270 −41.8 +55.2	0.172 −58.8 +54.2	0.020 −72.2 +51.4

In den leeren Fächern sowie zwischen 70° und 90° nördlicher und südlicher Breite fanden sich keine Meeresspuren. Der durchschnittliche Fehler einer Flächenschätzung berechnete sich auf 3.65 oder kurz auf 4 Prozent im Mittel. Die Schwerpunktskoordinaten λ und β stimmten meist auf 1 bis 2 Grad überein.

Die Lage des Gürtels der Meere wird am einfachsten definiert durch die Angabe der Koordinaten $\lambda_0\beta_0$ seines auf der sichtbaren Mondoberfläche liegenden Südpols. Ist d die südliche zoneographische Breite eines Meeresteils bezogen auf die Mitte des Gürtels als Grundkreis, so ergibt sich aus dem sphärischen Dreieck mit den Ecken $\lambda\beta$, $\lambda_0\beta_0$ und dem Südpol des Mondes

$$\sin d = \sin\beta \sin\beta_0 + \cos\beta \cos\beta_0 \cos(\lambda - \lambda_0).$$

Nun sind λ_0 und β_0 so zu bestimmen, daß $\Sigma p \sin^2 d$ ein Minimum wird. Es ist $p = m\cos\beta$ und hier β die selenographische Breite der Mitte des Trapezes. Denn um die in den einzelnen Trapezen geschätzten Meeresflächen m auf gleiche Flächeneinheit zu beziehen, müssen sie mit $\cos\beta$ multipliziert werden, um das erforderliche »Gewicht« p jeder Beobachtung zu geben. Man könnte unter Annahme von Näherungswerten für λ_0 und β_0 die Aufgabe nach der Methode der kleinsten Quadrate behandeln. Doch würden mehrere Näherungen erforderlich sein.

Deshalb machte mich Hr. Hermann Struve in dankenswerter Weise freundlichst darauf aufmerksam, daß die Aufgabe auf direktem Wege ohne Näherungen gelöst werden kann durch Bestimmung der Hauptachsen des Trägheitsellipsoids, welches der gegebenen Verteilung der Massen p auf der Kugel entspricht. Für die Achse durch die Pole des Gürtels muß nämlich $\Sigma p \cos^2 d$ ein Maximum sein, und diese Bedingung führt durch Differentiation auf dasselbe Resultat wie die entsprechende obige. Sind also λ und β die in obiger Tabelle angegebenen Koordinaten der Schwerpunkte der Meeresteile und setzt man

$$\begin{aligned} x &= \cos\beta\cos\lambda & \xi &= \cos\beta_0\cos\lambda_0 \\ y &= \cos\beta\sin\lambda & \eta &= \cos\beta_0\sin\lambda_0 \\ z &= \sin\beta & \zeta &= \sin\beta_0 \end{aligned}$$

und zur Abkürzung

$$\begin{aligned} a &= \Sigma pxx & b &= \Sigma pyy & c &= \Sigma pzz \\ f &= \Sigma pyz & g &= \Sigma pzx & h &= \Sigma pxy \end{aligned}$$

so führt die Gleichung $\Sigma p\cos^2 d = \Sigma p(x\xi + y\eta + z\zeta)^2 =$ Maximum, unter der Bedingung $\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 1$, auf die Gleichungen

$$\begin{aligned} (a-\mu)\xi + h\,\eta + g\,\zeta &= 0 \\ h\,\xi + (b-\mu)\eta + f\,\zeta &= 0 \\ g\,\xi + f\,\eta + (c-\mu)\zeta &= 0 \end{aligned}$$

Die Determinante $\begin{vmatrix} a-\mu & h & g \\ h & b-\mu & f \\ g & f & c-\mu \end{vmatrix} = 0$ gesetzt

oder ausgeschrieben

$$\mu^3-(a+b+c)\mu^2+[ab+bc+ca-(f^2+g^2+h^2)]\mu-abc+af^2+bg^2+ch^2-2fgh=0$$

gibt dann als Wurzeln die drei Werte des Parameters μ, während die Koordinaten oder Richtungs-Cosinus ξ, η, ζ den Unterdeterminanten proportional sind, und zwar

$$\xi:\eta:\zeta = \Delta_{00}:\Delta_{01}:\Delta_{02} = \Delta_{01}:\Delta_{11}:\Delta_{12} = \Delta_{02}:\Delta_{12}:\Delta_{22}$$

wo

$$\begin{aligned} \Delta_{00} &= (b-\mu)(c-\mu)-f^2 & \Delta_{12} &= gh-f(a-\mu) \\ \Delta_{11} &= (c-\mu)(a-\mu)-g^2 & \Delta_{02} &= hf-g(b-\mu) \\ \Delta_{22} &= (a-\mu)(b-\mu)-h^2 & \Delta_{01} &= fg-h(c-\mu) \end{aligned}$$

sind. Damit ist die vorgelegte Aufgabe streng gelöst.

In unserem Falle wurde gefunden:

$$\begin{aligned} a &= +7.76525 & b &= +5.99971 & c &= +3.04128 \\ f &= -0.90495 & g &= +2.21512 & h &= -1.36729 \end{aligned}$$

Die Determinante ergab die Gleichung dritten Grades

$$\mu^3 - 16.80824\,\mu^2 + 80.87526\,\mu - 105.72346 = 0$$

Diese Gleichung, nach Fortschaffung des quadratischen Gliedes trigonometrisch gelöst, ergab als Wurzeln

$$\mu = 2.132308, \quad 5.272984, \quad 9.403044$$

Darauf wurden die Unterdeterminanten gebildet und aus ihnen die Richtungen der Hauptträgheitsachsen abgeleitet. Dieselben treffen die sichtbare Mondoberfläche in folgenden Punkten:

Pol des Gürtels — Verdünnung des Gürtels

$$\lambda_0 = -15°\,46'.4 \quad \beta_0 = -69°\,4'.7, \qquad \lambda_1 = +64°\,13'.9 \quad \beta_1 = +3°\,47'.7$$

Anschwellung des Gürtels

$$\lambda_2 = -27°\,11'.7 \quad \beta_2 = +20°\,32'.5$$

Der Pol des Gürtels liegt also zwischen Moretus, Gruemberger und Klapproth. Der Gürtel ist 20° 55'.3 gegen den Äquator geneigt und sein aufsteigender Knoten auf dem Äquator liegt in 74° 13'.6 Länge bei Maclaurin, östlich vom Mare Smythii. Die Verdünnung des Gürtels liegt im Mare Spumans, südwestlich von Apollonius. Seine Anschwellung liegt zwischen Euler und Mayer im Oceanus Procellarum. Jedoch sind die beiden letzten Stellen unter der Bedingung bestimmt, daß sie 90° voneinander abstehen.

Das Trägheitsmoment um die Achse durch die Pole des Gürtels ist die Summe der zweiten und dritten Wurzel der kubischen Gleichung = 14.676028. Es ist zugleich das größte aller Achsen durch den Schwerpunkt des Mondes. Das Trägheitsmoment um die Achse durch die Verdünnung des Gürtels ist entsprechend = 11.535352. Das um die Achse durch die Anschwellung des Gürtels ist = 7.405292. Es ist zugleich das kleinste aller möglichen Achsen durch den Mondschwerpunkt.

Um das erhaltene Resultat noch anderweitig zu prüfen, wurde die Lage des Pols des Gürtels noch nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet, wobei die oben angegebenen Werte von λ_0 und β_0 als Näherungswerte angesehen wurden. Berechnet man mit diesen für jeden Meeresteil (λ, β)

$$\sin d_0 = \sin\beta \sin\beta_0 + \cos\beta \cos\beta_0 \cos(\lambda - \lambda_0)$$

so ist nach dem Taylorschen Satze

$$\sin d = \sin d_0 + a\Delta\lambda_0 + b\Delta\beta_0 + \cdots$$

wo

$$a = \cos\beta \cos\beta_0 \sin(\lambda - \lambda_0)$$

$$b = \sin\beta \cos\beta_0 - \cos\beta \sin\beta_0 \cos(\lambda - \lambda_0)$$

die Differentialquotienten von $\sin d_0$ nach λ_0 und β_0 sind.

Stellt man nun die Bedingung auf, daß die Summe der $\sin^2 d$ ein Minimum werden soll, so erhält man mit Übergehung der höheren Potenzen von $\Delta\lambda_0$ und $\Delta\beta_0$ 51 Fehlergleichungen von der Form

$$a\Delta\lambda_0 + b\Delta\beta_0 + \sin d_0 = \delta$$

mit dem Gewichte $p = m \cos\beta$ und die Normalgleichungen

$$[paa]\,\Delta\lambda_0 + [pab]\,\Delta\beta_0 + [pa \sin d_0] = 0$$

$$[pab]\,\Delta\lambda_0 + [pbb]\,\Delta\beta_0 + [pb \sin d_0] = 0$$

oder in Zahlen

$$0.691\,\Delta\lambda_0 - 0.271\,\Delta\beta_0 - 0.002 = 0$$

$$-0.271\,\Delta\lambda_0 + 9.268\,\Delta\beta_0 + 0.023 = 0$$

Die Lösungen ergeben sich in Teilen des Radius und werden, in Bogen verwandelt, $\Delta\lambda_0 = +0.^\circ 01$, $\Delta\beta_0 = -0.^\circ 14$, also beide bis auf nicht zu verbürgende Größen = 0. Hierdurch wird der erhaltene Ort des Pols bestätigt und $\sin d_0 = \sin d$. Zugleich fand sich die übrigbleibende Fehlersumme $[pvv] = 2.119$ in Teilen des Radius, der wahrscheinliche Fehler einer Beobachtung vom Gewicht $1 = \pm 13.^\circ 72$. Der wahrscheinliche Fehler von $\lambda_0 \cos\beta_0$ wird $\pm 5.^\circ 93$, von β_0 $\pm 4.^\circ 53$. Dieser gibt die Sicherheit der Bestimmung des Pols an, und sein

verhältnismäßig geringer Wert von etwa 5° in beiden Richtungen spricht für die Realität des Gürtels der Meere.

Ferner findet sich die Summe $[p \sin d] = +0.604$, $[p] = 18.808$. Setzt man den Quotient beider Größen $0.3211 = \sin D$, so ist $D = 1° 50'.4$ der südliche Abstand des Gürtels der Meere von dem ihm parallelen größten Kreise.

Der Gürtel der Meere ist also ein kleiner Kugelkreis, 88° 9'.6 vom Südpol des Gürtels also wenig vom größten Kugelkreis entfernt.

Von Interesse ist noch die Frage nach der gesamten Meeresfläche auf der in mittlerer Libration der Erde zugekehrten Hälfte der Mondoberfläche. Diese berechnete ich aus den beiden ersten Beobachtungsreihen, da bei ihnen die Grenzen ±90° der Länge nicht überschritten wurden, zu 32.205 Prozent. Dieser Betrag ist die Summe aller Meere, Seen und Kratermeere und enthält zum Teil die halbdunklen Paludes. Hiernach kann man sagen, die sichtbare Mondoberfläche enthält ein Drittel dunkle Meeresfläche und zwei Drittel helles, kraterreiches Gebirgsland oder Hochland. Die Zone der Meere ist also durchschnittlich 38° 56'.5 breit und erstreckt sich von 21° 19' südlicher bis zu 17° 38' nördlicher zoneographischer Breite. Doch liegen ebensoviel Meeresteile außerhalb dieses Gebietes wie helle Flächen innerhalb derselben.

Wie wir für den Gürtel der Meere der sichtbaren Seite des Mondes eine Anschwellung und eine Verdünnung fanden, so scheinen solche auch auf der Rückseite des Mondes zu bestehen. Eine Anschwellung ist dort wahrscheinlich jenseits des Westrandes, besonders wenn die dort beginnenden Meere sich zu einem Ozean vereinen sollten. Andererseits wird der Gürtel am östlichen Mondrande schmal. Denn der Oceanus Procellarum erreicht, wie die stereographische Projektion zeigt, diesen Rand bei weitem nicht, und jenseits dieses Ozeans beginnt ein ausgedehntes helles Gebirgsland, das sich nachweislich weit über −90° Länge fortsetzt.

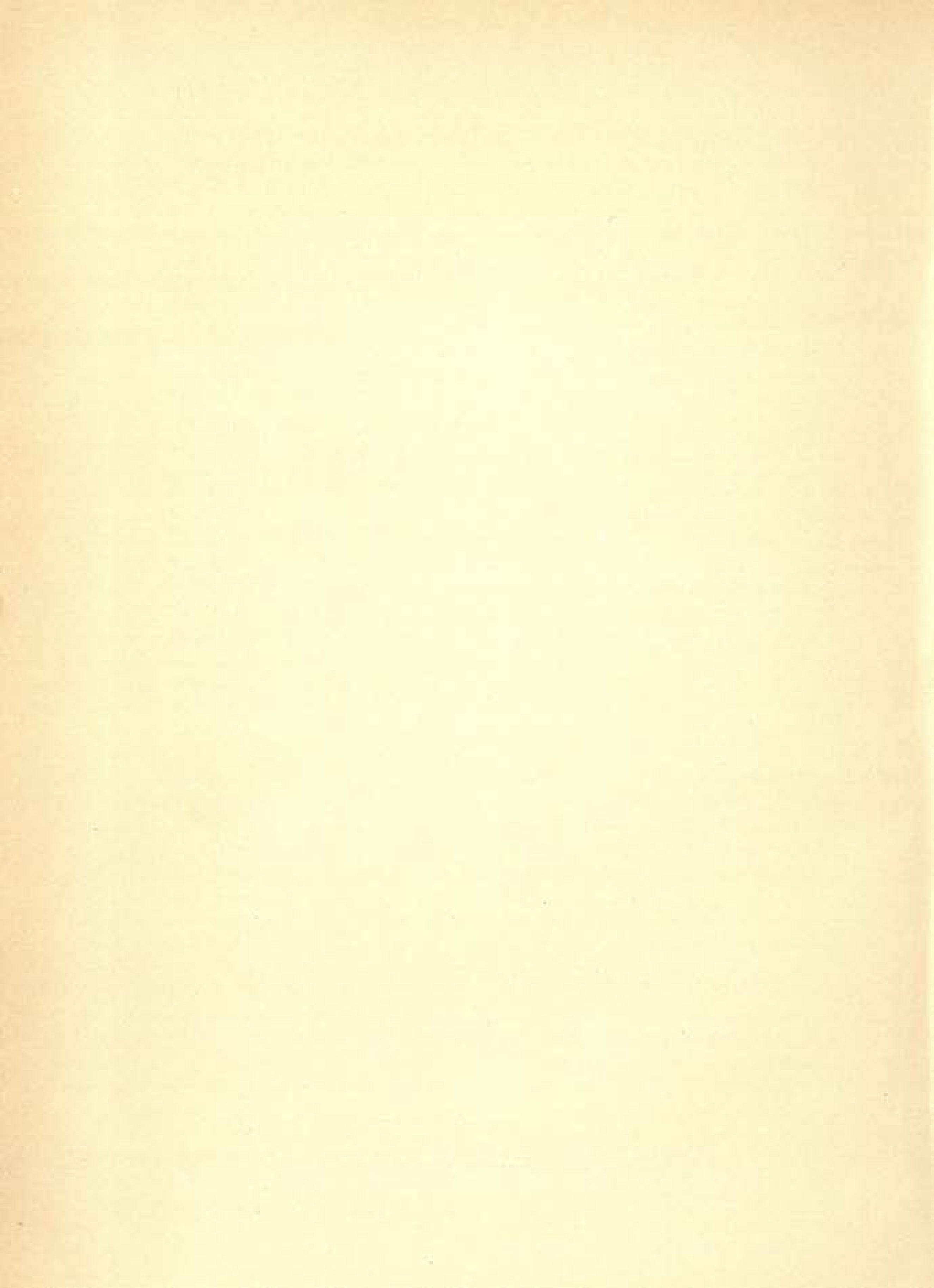
Die Meere liegen nach der Untersuchung »Die Figur des Mondes« in Bd. 38 der Beobachtungen auf der Königsberger Sternwarte durchschnittlich tiefer als das helle Gebirgsland. In ihnen, besonders im Oceanus Procellarum finden sich viele halbversunkene oder, wenn man es so nennen will, überschwemmte Krater. Am Strande erscheinen sie als Bogen, die nach der Meerseite geöffnet sind, und deuten klar darauf hin, daß das Meer selbst eine eingesunkene Fläche ist. Sie haben dann die Gestalt von Meerbusen wie der bedeutende Sinus Iridum am Nordrande des Mare Imbrium. Von weiteren Kraterresten liegt auch Pico, λ −9° β +45°, im Mare Imbrium. Im Oceanus Procellarum finden wir Harbinger, λ −42° β +26°, als Halbkrater, Stadius,

$\lambda - 13^\circ$ $\beta + 10^\circ$, fast ganz versunken, Fra Mauro, $\lambda - 17^\circ$ $\beta - 6^\circ$, größtenteils; die Riphaeen, $\lambda - 27^\circ$ $\beta - 6^\circ$, sind Reste von 3 Kratern, Bonpland, $\lambda - 17^\circ$ $\beta - 8^\circ$, ist an der Südseite versunken, in $\lambda - 52^\circ$ $\beta - 4^\circ$, $\lambda - 44^\circ$ $\beta - 3^\circ$ und $\lambda - 39^\circ$ $\beta - 7^\circ$ liegen halb versunkene unbenannte Krater, von Letronne, $\lambda - 42^\circ$ $\beta - 12^\circ$, ist die Nordseite versunken, in $\lambda - 17$ $\beta - 17^\circ$ liegen drei Halbkrater. Am Rande des Mare Humorum sind Agatharchides, Hippalus, Lee und Doppelmayer Kraterreste, im Mare Tranquillitatis die Umgebung von Jansen, am Mare Serenitatis Le Monnier.

Die Meere selbst machen den Eindruck ausgedehnter Einbruchsgebiete, zum großen Teil mit stehengebliebenen Hochrändern. Bei der eingangs erwähnten Abnahme der Abplattung des Mondes müssen die Äquatorgebiete eingesunken sein. Wenn die Zone der Meere einst im Äquator gelegen hat, so kann sie durch das Gleiten der Kruste über dem flüssigen Innern später in die jetzige Lage gekommen sein, und zur Erhaltung des ursprünglichen Drehungsmoments müßte man dann annehmen, daß das Magma im Innern Strömungen in umgekehrter Richtung ausgeführt habe.

Bei Untersuchungen über die Bildung des Mondes wird man das Vorhandensein eines Gürtels der Meere nicht unberücksichtigt lassen dürfen.

Ausgegeben am 19. Juli.



1906
XXXV.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

12. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Brandl sprach über die Scenenführung bei Shakespeare. (Ersch. später.)

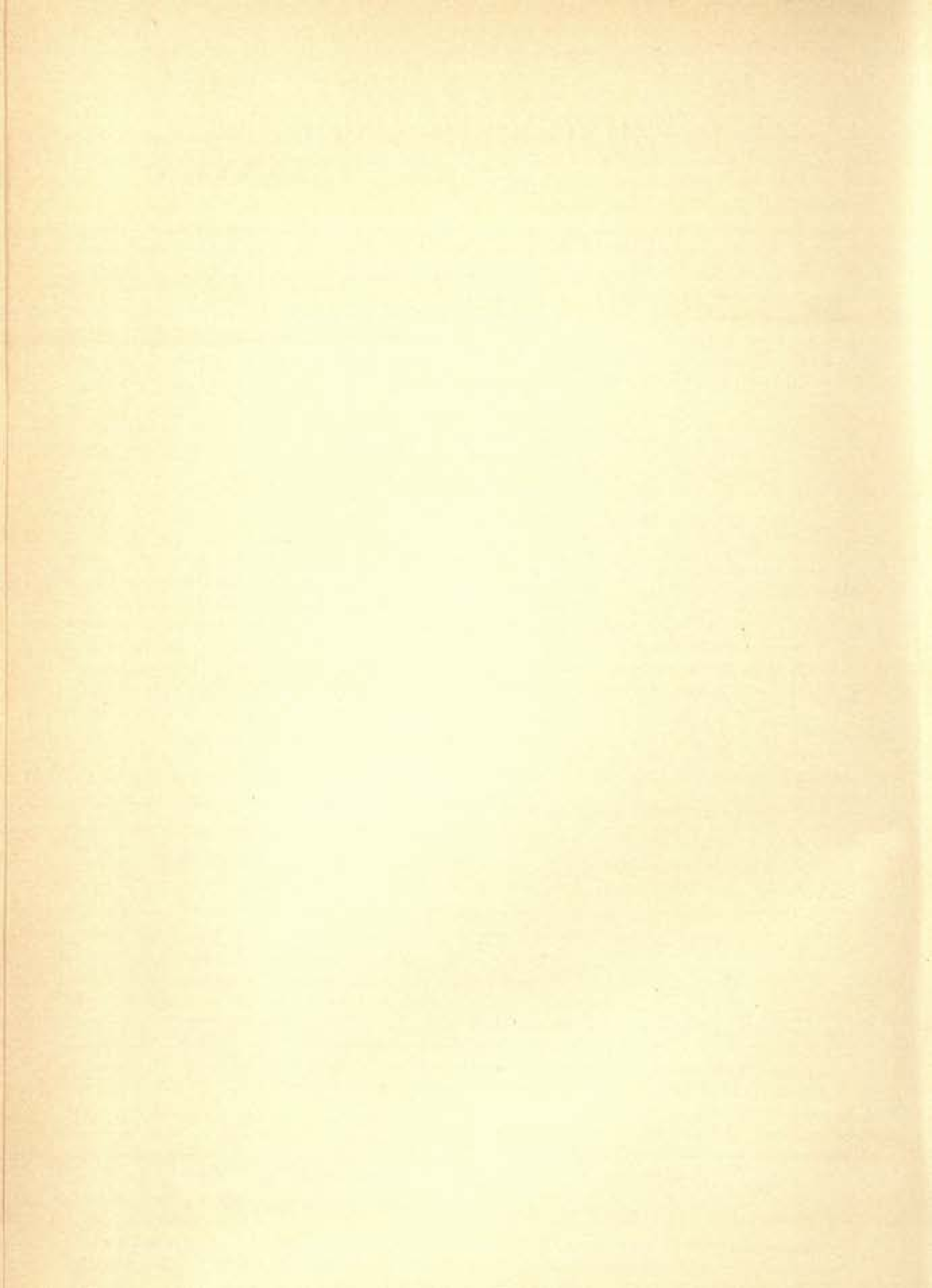
Er verfolgt namentlich die Stimmungs- und Entschliessungsscenen in Shakespeares Tragödien, vergleicht sie mit denen der griechischen Dramatiker und unterscheidet von deren Nachwirkung die Elemente, die aus den altenglischen Spielen zu Shakespeare gelangten, sowie dessen eigene Fortschritte über alle Vorgänger hinaus.

2. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff legte neue Bruchstücke des Euphorion vor.

Bei den jüngsten Grabungen in Hermupolis ist ein Pergamentfetzen gefunden, der Reste von zwei Gedichten des Euphorion enthält. Der Stil ist sehr charakteristisch, Nachahmung des Kallimachos.

Ausgegeben am 19. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



DIRECTOR GENERAL OF ARCHAEOLOGY
Library Regr. No. 2704 08.
INDIA

1906.
XXXVI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

19. Juli. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Vahlen las eine Abhandlung über 'Horatius' Brief an die Pisonen'.

Die Abhandlung zerfällt in drei besondere Betrachtungen: 1. über den persönlichen Antheil, den Horaz an der Darstellung seiner Lehren nimmt; 2. über die Adressaten und sonst angeredeten Personen; 3. über die an die Dichtkunst und die an den Dichter geknüpften Vorschriften und Ansichten.

2. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Hrn. Waldeyer in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe am 12. Juli vorgelegten Abhandlung des Hrn. Prof. Dr. L. Edinger in Frankfurt a. M.: Über das Gehirn von *Myxine glutinosa* in den Anhang zu den Abhandlungen 1906.

3. Die Akademie genehmigte ferner die Aufnahme einer von Hrn. Meyer in der Sitzung der philosophisch-historischen Classe am 12. Juli vorgelegten Abhandlung der HH. Prof. Dr. Enno Littmann in Strassburg und Regierungs-Baumeister D. Krencker in Berlin: Vorbericht der deutschen Aksumexpedition in den Anhang zu den Abhandlungen 1906.

In den Monaten Januar bis April 1906 hat eine von Sr. Majestät dem Deutschen Kaiser auf Anregung des Gesandten Dr. Rosen nach Abessinien entsandte Expedition mit Mitteln des Allerhöchsten Dispositionsfonds in Aksum gearbeitet. Sie hat einen Plan der Stadt aufgenommen, die zahlreichen Ruinen und die interessantesten alten und neuen Bauwerke Aksums und seiner Umgebung eingehend untersucht, ferner ausser einer Revision der schon bekannten Inschriften mehrere neue grosse Königsinschriften entdeckt und copirt. Dadurch ist unsere Kenntniss der heidnischen und frühchristlichen Zeit des aksumitischen Reichs (4. und 5. Jahrhundert n. Chr.) wesentlich vermehrt und von der eigenartigen Cultur und Architektur desselben zum ersten Male ein wissenschaftlich ausreichendes Bild gewonnen worden.

4. Die Aufnahme einer von Hrn. Pischel ebenfalls in der Sitzung der philosophisch-historischen Classe am 12. Juli vorgelegten Abhand-

lung des Hrn. Dr. Hermann Beckh: Die tibetische Übersetzung von Kālidāsas Meghadūta nach dem rothen und schwarzen Tanjur herausgegeben und ins Deutsche übertragen in den Anhang zu den Abhandlungen 1906 wurde genehmigt.

5. Die Akademie hat ihrem correspondirenden Mitglied Hrn. Wüllner in Aachen zum fünfzigjährigen Doctorjubiläum eine Adresse gewidmet, deren Wortlaut unten abgedruckt ist.

6. Vorgelegt wurde der soeben erschienene Band 31 der Politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen. Berlin 1906.

7. Die Akademie hat durch die physikalisch-mathematische Classe Hrn. Prof. Dr. Erich von Drygalski in Berlin zur Fertigstellung des von Ferdinand von Richthofen unvollendet hinterlassenen Werkes über China 1500 Mark bewilligt.

Die Akademie hat in der Sitzung am 5. Juli die Professoren der deutschen Philologie an den Universitäten Graz und Bonn Hofrath Dr. Anton E. Schönbach und Geheimen Regierungsrath Dr. Wilhelm Wilmanns zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe gewählt.

Über Horatius' Brief an die Pisonen.

Von J. Vahlen.

Horatius' Brief an die Pisonen, dem nichts so nachtheilig geworden ist, als die aus dem Alterthum stammende Bezeichnung *ars poetica*, hat von jeher die Bemühungen der Gelehrten herausgefordert, Plan des Ganzen und Gliederung der Theile bis herab in die Gedankenzusammenhänge des Einzelnen rein herauszustellen und zu heller Anschauung zu bringen, und zahlreich sind die Versuche, die zu diesem Ziel mit mehr oder weniger Erfolg gemacht sind. In das Gewirre der Meinungen und Deutungen hat unlängst Hr. Eduard Norden ein neues Moment eingeführt, das ihm Entscheidung zu versprechen schien. Er glaubte entdeckt zu haben, dass Horatius' Theorie der Dichtkunst nach dem Schema der durch Cicero und Quintilian überlieferten und uns besser bekannten Theorie der Redekunst entworfen sei und von hier Aufhellung des Ganzen und Einzelnen zu erwarten habe. Von diesem Gesichtspunkte aus hat er überdies mit grosser Gelehrsamkeit die Schriftgattung aufzuweisen versucht, in welche Horatius' *ars poetica* gehöre und aus der allein ihr volles Verständniss zu Theil werden könne.[1]

Dichtkunst und Beredsamkeit sind wie ein Paar ihrer Natur nach verwandter Künste, deren Theorie bei den Alten zumal wie von selbst zu vergleichender Zusammenstellung einlud; und die antiken Lehrer der Rhetorik haben nicht selten auf den Vergleich mit der Dichtkunst verwiesen, und gewisse durchschlagende Parallelen haben sich bei den Interpreten der rhetorischen Schriften und in den Commentaren des Horaz immerfort erhalten. Allein so fruchtbar die von Hrn. Norden zuerst versuchte consequente Ausbeutung dieser noch unausgeschöpften Quelle auch sein wird, da Horaz kein System in Capiteln und Abschnitten schreibt, sondern ein Gedicht, in welchem alles in ungehemmtem Fluss sich bewegt, so bleibt auch bei der genauesten Entsprechung beider Theorien die Frage noch zu beantworten, wie der Dichter jedes Stück seiner Lehre geformt und mit seiner Umgebung in Verbindung gesetzt

[1] Die Composition und Litteraturgattung der Horazischen Epistula ad Pisones. Herm. Bd. 40 (1905).

hat. Es kann uns wenig befriedigen, dass wir erkennen, Horaz habe nach Maassgabe der rhetorischen Theorie an der bestimmten Stelle z. B. die *genera* der Dichtung, Epos, Tragödie, Komödie, behandelt, wenn wir nicht auch hinzu erfahren, von welcher Seite er in diesen Gegenstand eingedrungen und unter welchen Gesichtspunkt die Behandlung gestellt ist und wie der Theil in den Zusammenhang des Ganzen sich einfügt. So ergiebt sich mir die Nothwendigkeit, dass der aus der rhetorischen Systematik gezogenen Gliederung die psychologische Ausdeutung des Einzelnen zur Seite gehe, die insbesondere auch die feineren Fäden aufzudecken habe, mit denen Horaz an mancher Stelle den Übergang von Einem zum Andern markiert hat.

Meinem im Jahre 1867 veröffentlichten Versuch die ersten 118 Verse zu erklären hat Hr. Norden nachgesagt, dass die rein auf dem Boden des Gedichts gewonnene Sonderung der Gedanken mit der rhetorischen Theorie in Übereinstimmung sei und von dieser unterstützt werde. So möchte es auch umgekehrt rathsam sein, für den noch übrigen grösseren Theil von Horatius' Dichtung die von Hrn. Norden aus der Abfolge der Rhetorik gezogene Anordnung der Abschnitte an der Gliederung zu messen, die aus analysierender Betrachtung des Gedichts hervorgeht, sollte sich auch zeigen, dass die Übereinstimmung beider Theorien eine so durchgreifende nicht ist wie Hrn. Norden seine Entdeckung hat glauben machen. Doch habe ich nicht die Absicht den damals begonnenen Weg jetzt durch das ganze Gedicht in ähnlich zergliedernder Untersuchung zu verfolgen, sondern gedenke meine gegenwärtige Erörterung in drei Betrachtungen auseinander zu legen, deren jede aus besonderm Gesichtspunkt über das ganze Gedicht sich erstreckt und die vielleicht, wenn es gut geht, in einem einheitlichen Ergebniss sich vereinigen werden.

1.

Zuerst die Frage, welchen Antheil Horatius selbst an der Darstellung seiner Lehren nimmt. Horaz liebt es mit seiner Person zu exemplificieren, in doppelter Weise, einmal als Dichter, der sich mit einschliesst in den Tadel über andre oder erklärt, was er thun oder lassen würde, wenn er dichten wolle oder etwas bestimmtes zu componieren habe, sodann auch als Publicum, indem er als einer von den vielen, die im Theater einer Aufführung beiwohnen oder den Vortrag eines Gedichtes hören, bekennt, was seinem Geschmack zusagt oder ihm zuwider ist.

Gleich im Eingang des Gedichts, indem er dem monströsen Gebilde des Malers ein Gedicht gleicher Art an die Seite stellt, begegnet er dem Einwand (9) *pictoribus atque poetis quidlibet audendi semper fuit*

aequa potestas damit, dass er mit dem Zugeständniss der Freiheit die Schranken derselben betont: (11) *scimus et hanc veniam petimusque damusque vicissim, sed non ut placidis coeant immitia* usw. Weiter schreitend die Ursachen für die geläufigen Fehler der Dichter, die er tadelt, aufzudecken, erklärt er, 'wir Dichter lassen uns meist vom Schein des Richtigen täuschen: (24) *maxima pars vatum decipimur specie recti: brevis esse laboro, obscurus fio*' usw. Einen andern Fehler beleuchtet das Gleichniss von dem Künstler in Erz, der zwar die kleinen Einzeldinge virtuos auszuführen, aber kein Ganzes zu schaffen vermag; das wendet Horaz auf die Dichtung mit der Versicherung an (V. 35), der wollte ich, wenn ich etwas zu dichten vorhätte, so wenig sein, als bei schwarzen Augen und schwarzem Haar durch eine hässliche Nase mich auszuzeichnen.

Selbst dass er gleich bei der ersten seiner positiven Lehren (V. 42) ein bescheidenes *aut ego fallor* einfliessen lässt, wie später (244) ein *me iudice*, und ähnlich in ausgeführterer Wendung 272 ff. lässt empfinden, dass Horatius bei seinen Darlegungen nach Cicero's Ausdruck (or. 33, 117; 31, 112) mehr *existimator* als *magister*, mehr *iudex* als *doctor* sein will, indem er als gebildeter Mann und Dichter über Fragen der Kunst und Dichtkunst mitzureden sich gestattet, aber nicht zum Lehrmeister der andern sich aufwerfen will.

Stärker tritt sein Ich hervor, wenn er das Recht der Neubildung von Wörtern verficht, das, wie man seiner energischen Vertheidigung entnimmt, damals bestritten ward, aber wie es den alten Dichtern und Schriftstellern gestattet war, so auch den neuern nicht versagt werden darf: (53) *quid Caecilio Plautoque dabit Romanus ademptum Vergilio Varioque? ego cur adquirere pauca si possum invideor*: den beiden befreundeten Dichtern schliesst er, wie auch sonst, als dritter sich an, indem er in bescheidenem Ausdruck sein Verdienst dem Neid entgegen hält.[1]

An das Wort reiht sich ihm der Vers, Dichtern so nothwendig wie die Sprache. Aber manchfaltig ist die Versform, wie manchfaltig die Dichtart, der sie zu dienen bestimmt ist. Daraus ergiebt sich ihm die Forderung, die er auf sich anwendend so zum Ausdruck bringt: (86) *descriptas servare vices operumque colores cur ego si nequeo ignoroque poeta salutor, cur nescire pudens prave quam discere malo?* Was aber die Verschiedenheit der Stilart in den verschiedenen Gattungen (89 ff.) und den verschiedenen Stimmungsausdruck in ein und derselben Gattung (93 ff.) anlangt, so nimmt, was er wünscht und was er tadelt, die Form individueller Theilnahme an: (99) *non satis est pulchra esse*

---

[1] Wie sehr er dies als eine nothwendige Aufgabe des Dichters angesehen, hat er in dem Briefe an Florus (II 2) 115—121 in schönen Worten ausgeführt.

poemata, dulcia sunto . . ., (102) *si vis me flere, dolendum est primum ipsi tibi: tum tua me infortunia laedent: male si mandata loqueris, aut dormitabo aut ridebo.* Ebenso verbindet er sein persönliches Begehren mit dem, was das Zuschauerpublicum im Theater verlangt: (153) *tu quid ego et populus mecum desideret audi*; und indem er dem Dichter räth, nicht auf die Bühne zu ziehen, was besser dem Botenbericht anheimgegeben wird, drückt sich sein Tadel aus in dem, was er selbst dabei empfindet: (188) *quodcumque ostendis mihi sic incredulus odi.* Auf die Frage geführt, ob eine zeitgemässe Erneuerung des griechischen Satyrdrama in Rom zuträglich sei, entwickelt er wie er, wenn er ein Satyrdrama dichten wolle, verfahren, mit welchen Rücksichten auf Stil und Sprache er seine Aufgabe zu lösen versuchen würde: (234) *non ego inornata et dominantia nomina solum verbaque satyrorum scriptor amabo*; und 240. Ähnlich in der Verstechnik. Da die römischen Tragiker der Vorzeit (Ennius Accius) den jambischen Trimeter nicht streng nach griechischer Norm gebaut haben, sei es aus Unkenntniss oder Vernachlässigung, ohne darum des nachsichtigen Beifalls bei der ebenso unwissenden Menge zu entrathen, so entsteht dem Dichter der Zweifel, wie er heute es anzufangen habe: soll ich, fragt Horaz sich selbst, nachlässig dichten oder nur so sorgfältig um die Hoffnung auf Nachsicht nicht zu verlieren? Keins von beiden, lautet die unausgesprochene Antwort des Horaz, der um so nachdrücklicher auf das Studium der Griechen verweist: (265) *idcircone vager scribamque licenter? an omnes visuros peccata putem mea, tutus et intra spem veniae cautus? vitavi denique culpam, non laudem merui,* und 268. Ebenso in der Komödie. Die Plautinischen Verse und Witze haben die Vorfahren gerühmt, mit wenig Geschmack, wenn anders, fügt Horaz an seine Adressaten sich wendend hinzu, ich und ihr wisset einen unfeinen von einem gefälligen Witz zu unterscheiden und den rhythmischen Gang des Verses mit Ohr und Fingern zu erproben: 270—274.

So ist Horaz fast überall bei seinen Lehren und Urtheilen mit seiner Person mit dabei, und hat damit seiner bis in das Kleinste zierlichen Sprache noch einen besondern Reiz anmuthiger Darstellung verliehen.

Vollends nachdem er das Bild des wahnwitzigen Poeten gezeichnet, der von Demokrit belehrt, dass es auf das Genie und nicht auf die Kunst ankomme, das Genialische im äussern Aufputz sucht und den Helleborus, der ihn vom Wahnsinn curieren (II 2, 137) könnte, verschmäht, bricht er in den ironischen Ausruf aus (301—308): o ich Thor, der ich alljährlich zur Frühjahrszeit mich von der Galle reinige (und damit den Wahnsinn und die poetische Begeisterung austilge), was für Gedichte könnte ich machen, wenn ich das unterliesse:

aber da es darum mit dem Dichten nichts ist, so will ich, ohne selbst zu dichten, andere die Aufgabe des Dichtens lehren. Auch in den Entwicklungen, die von hier ab folgen[1], unterlässt er es nicht gelegentlich seinen Gedanken den persönlichen Ausdruck zu geben, insbesondere, wo es sich handelt um die verzeihlichen Fehler, die einem Dichter begegnen oder einem sonst vortrefflichen Gedichte anhaften können: (347) *sunt delicta tamen quibus ignovisse velimus*[2] — — *verum ubi plura nitent in carmine, non ego paucis offendar maculis* — — *sic mihi qui multum cessat fit Choerilus ille, quem bis terve bonum cum risu miror et idem indignor quandoque bonus dormitat Homerus.* Und wie er dem jungen Piso sich auch selbst als Berather empfiehlt, wenn er etwas gedichtet hat (388), so entscheidet er auch die aufgeworfene Frage, ob mehr Naturanlage oder Fleiss zum Dichten erforderlich sei, mit dem individuellen Urtheil (409) *ego nec studium sine divite vena, nec rude quid possit video ingenium* usw., und verbleibt bei der beliebten Form, wenn er von dem reichen und vielen nützlichen Dichter aussagt (424) *mirabor si sciet internoscere mendacem verumque amicum.* Endlich bei der witzigen Schlussschilderung des unverbesserlichen Verseschreibers, den die Ruhmsucht scheinbar in den Untergang treibt, bleibt Horaz sich gleich, indem er sich zum Mitbetheiligten des Ereignisses macht, der gegen eine Hülfsleistung eintritt und den Poeten dem Verderben zu überlassen räth: (461) *si curet quis opem ferre et demittere funem, 'qui scis an prudens huc se proiecerit atque servari nolit' dicam Siculique poetae narrabo interitum* usw.

Wer diese hier skizzierte Eigenheit in Betracht zieht, wird nicht verkennen, wie sehr hierin die Epistel an die Pisonen dem poetischen Sendschreiben an Augustus sich verwandt zeigt, das aus Augustus' Anregung hervorgegangen, wie billig, die allgemeinen Verhältnisse in Poesie und Theater in Rom zum Gegenstand genommen hat, aber so, dass Horaz wiederholt seinen persönlichen Antheil zum Ausdruck bringt und seine besondern Interessen mit den allgemeinen vermischt.

Diese Manier zeigt sich hier nicht bloss in dem neckischen Gespräch, mit dem er einen der verblendeten Verehrer der altrömischen Dichter *ad absurdum* führt (28—45), sondern auch weiter in der sich anschliessenden Betrachtung, in der er immer schärfer herausstellt, was er an jener Verblendung zu tadeln hat: (68) *et sapit et mecum facit: non equidem insector delendave carmina Livi esse reor,* bei denen er nicht vergisst, dass er sie in seiner Jugend bei Orbilius gelesen hat, und weiter im Gegen-

[1] In denen dem *docebo* (306) entsprechend (317) *iubebo* sich anschliesst.

[2] *velimus* 347 wird wohl besser in allgemeinem Sinn genommen, wie 331 *speramus carmina fingi posse,* oder 108 *format natura nos.* Etwas anders 178 *morabimur,* wo Horatius sich mit einschliesst.

satz dazu (76) *indignor quicquam reprendi non quia crasse compositum inlepideve putetur sed quia nuper*, das mit der Scene im Theater illustriert wird, die Horaz als eigenes Erlebniss, wenn auch in problematischer Form, zum besten giebt (79—85). — Ähnlich bald nachher, indem er in die Schilderung der plötzlich wie eine Fieberkrankheit über die Römer hereingebrochenen Sucht zu dichten, die alle Welt ergriffen hat, sich mit einschliesst und einen Theil des Tadels auf sich nimmt (111—113): *ipse ego qui nullos me adfirmo scribere versus invenior Parthis mendacior* usw. Ebenso gelegentlich, wenn er davon spricht, was ihm in der Dichtung zu leisten zusage oder möglich sei oder auch nicht gestattet: (180) *valeat res ludicra si me palma negata macrum, donata reducit opimum*; (208) *ac ne forte putes me, quae facere ipse recusem, cum recte tractent alii, laudare maligne: ille per extentum funem* etc., und besonders, wie er (250ff.) an die von Augustus geehrten Dichter Vergilius und Varius als dritter sich anschliesst mit dem Geständniss *nec sermones ego mallem repentes per humum quam res componere gestas* usw. Die Liebhaberei aber, mit von sich auszusagen, was von andern gelten soll, die uns die Epistel an die Pisonen aufwies, hat hier ein sprechendes Exempel gefunden, indem Horaz (219ff.) alle Ungezogenheiten, deren sich das Dichtervölklein schuldig macht, auf sich, den unschuldigsten von allen, mit überträgt.[1]

In dieser Eigenheit meine ich soviel Verwandtschaft des Briefs an die Pisonen mit dem Brief an Augustus zu erkennen, dass selbst wenn ein Zweifel an der Autorschaft hier oder dort bestände, er unschwer von dieser Betrachtung aus sich erledigen liesse: so sehr offenbart sich ein und dieselbe Hand, die beides geschaffen hat. Aber auch das sei, meine ich, aus dieser Besonderheit und der darin gegebenen Verwandtschaft zu folgern, dass die Epistel an die Pisonen als ein gleichartiges Werk dem Schreiben an Augustus an die Seite trete.

2.

Die Adressaten des Briefes an die Pisonen.

Horaz hat einigemal *Pisones* in dieser oder verwandten Formen angeredet, und keinen Zweifel gelassen, an wen seine Epistel adressiert sei. Aber er hat daneben nicht selten Personen ohne namentliche Nen-

[1] In dem Brief an Florus (II 2) beantwortet Horaz die von dem Freund an ihn gerichtete Frage, warum die erwarteten *carmina* ausgeblieben, mit den aus seinen persönlichen Verhältnissen und Erlebnissen gezogenen Gründen. Aber die Art, wie er von V. 90 zur Zeichnung der ehrgeizigen Dichter sich mit einem solchen in Parallele bringt, *carmina compono, hic elegos - - discedo Alcaeus puncto illius, ille meo quis?* usw., verräth trotzdem die Liebhaberei, die wir in dem Brief an Augustus und an die Pisonen so reich erkennen.

nung, in den Pronominalformen, *vos* und häufiger *tu*, oder ohne Pronomina in Imperativen oder ähnlichen Formen, einmal auch mit umschreibender Bezeichnung der Person, angeredet. Die Frage ist nicht zu umgehen, obwohl kaum ernstlich aufgeworfen, ob alles die Pisonen angehe, oder wenn nicht, wie viel von letzterer Art der Anrede auf sie zurückzuführen sei.

Horaz hat Sorge getragen, wie alte Dichter pflegen, dass man aus den ersten Versen ersehe, zu wem er spricht: (6) *credite Pisones*, und dass die hier zusammenfassend genannten *Pisones* Vater und Söhne sind, erfährt man einige Zeilen weiter V. 24 *maxima pars vatum, pater et iuvenes patre digni*: der Jünglinge sind zwei, wie aus der spätern Anrede (366) des ältern derselben sich ergiebt: *o maior iuvenum*.

Aus den ersten beiden Anreden entnehmen wir auch, dass es nicht so sehr auf praktische Bethätigung in der Dichtkunst als auf die richtige Beurtheilung der Dichtungen und der Dichter abgesehen ist: seid überzeugt, Pisonen, dass einem lächerlichen Gebilde des Malers ganz gleich ist ein Gedicht, das ebenso wie jenes aus allerhand disparaten Elementen zusammengewürfelt ist (6); und weiter, wenn man fragt, wie es kommt, dass Dichter solche Fehler begehen, wie die beispielsweise aufgewiesenen, so lautet die Antwort: wir Dichter, Vater und Söhne, lassen uns meist durch den Schein täuschen, und 'merken nicht, wenn wir die Grenzen des Wahren überschritten haben und uns bereits im Lande des Ungeschmacks befinden'. Man empfindet leicht in den hier eingeschalteten Anreden etwas Angelegentliches, wie wenn Horatius auf Fragen, die an ihn gerichtet sind, antwortete, und dass er auf die Überzeugung seiner Freunde zu wirken wünscht.

Da, wo wir der Anrede *Pisones* wieder begegnen, nimmt Horaz ihr Interesse für eine stilistische Frage in Anspruch, in Anwendung auf das Satyrdrama, über dessen Erneuerung, wie er sie selbst versuchen möchte, er detaillierte Angaben macht, mehr zur Beurtheilung als zur Nachahmung: *non ego inornata et dominantia nomina solum verbaque, Pisones, Satyrorum scriptor amabo* (234 ff.).

Wie sehr Horaz darauf ausgeht, Urtheil und Geschmack seiner Adressaten zu bilden und zu beschäftigen, zeigt deutlich die angelegentliche Mahnung (291) *vos, o Pompilius sanguis, carmen reprendite, quod non multa dies et multa litura coercuit atque praesectum deciens non castigavit ad unguem*. Sie ist angeknüpft an die Betrachtung, dass von Allem, was die Griechen im Drama der Reihe nach erfunden (denn nur zu diesem Zweck und des Gegensatzes wegen, nicht um seiner selbst willen, wird dies in dem eingelegten Excurs 275—284 ausgeführt), die römischen Dichter nichts unversucht gelassen, ja die Spuren der Griechen verlassend neue Gattungen angebaut, aber dennoch den

Ruhm, den sie ihrer Sprache bringen konnten, nicht erreicht hätten, aus dem Grunde, weil ein jeder von ihnen vor der Mühe und dem Zeitvertreib des Corrigierens sich scheut: darum *reprendite carmen quod non multa dies coercuit.*

Von diesem Zusammenhang aus lässt sich aber auch eine Anrede ohne Nennung auf die Pisonen mit Sicherheit zurückführen. Nachdem Horaz gezeigt, dass die römischen Dichter so wenig wie ihr Publicum die wahre Natur der ἰαμβεῖα gekannt und dass sie ohne Sorgfalt sich dabei gehen liessen, schloss er die Aufforderung an, (268) *vos exemplaria Graeca nocturna versate manu, versate diurna*: 'ihr legt die griechischen Originale nicht aus der Hand', aus denen zu lernen sei, was jene nicht gewusst hätten; und bemerkt im Gegensatz dazu: eure Ahnen haben Plautus' Verse und Witze gerühmt, sehr mit Unrecht, wenn anders ihr und ich wissen einen guten Witz von einem schlechten zu sondern und einen richtig gebauten Vers mit Ohr und Finger zu bemessen. Zwar lässt die Form an sich vermuthen, dass die mit *vos* angeredeten die Pisonen sind und deren *proavi* verstanden werden; aber indem Horatius von der speciellen Vernachlässigung der metrischen Form bei den alten Dichtern aufsteigt zu der allgemeinen Scheu der römischen Dichter vor Feile und Verbesserung, und hier mit ausdrücklicher Anrede an die Pisonen die Mahnung ausspricht (292) *carmen reprendite quod non multa litura coercuit* etc., die genau den Gegensatz enthält zu dem verkehrten Lob, das die *proavi* den Plautinischen Versen und Witzen gespendet (270 f.), so giebt der innere Zusammenhang der Erörterung die Gewissheit, dass es dieselben Personen sind, an welche Horaz mit *vos* und *vestri proavi* (268 ff.) und mit *vos o Pompilius sanguis* (291) sich gewendet hat.

Noch eine Anrede ist übrig, die in besondere Betrachtung zu nehmen ist:

366 *O maior iuvenum, quamvis et voce paterna*
Fingeris ad rectum et per te sapis: hoc tibi dictum
Tolle memor, certis medium et tolerabile rebus
Recte concedi — — mediocribus esse poetis
370 *Non homines, non di, non concessere columnae.*

Wenn man jemanden herzhaft versichert, dass Mittelmässiges in der Dichtung nicht zu ertragen sei, weil, um den Gedanken des Horaz mit Goetheschen Worten zu erläutern, 'ein Gedicht entweder vortrefflich sein oder gar nicht existieren soll', so liegt die Voraussetzung zum Grunde, dass der Erinnerte den Gedanken hegt, einmal als Dichter sich zu versuchen, und dass man ihn desshalb zu warnen wünscht, damit er nichts übereile, eine Warnung, die um so mehr angebracht ist, weil man, wie Horatius weiter ausführt (379—384), in andern Künsten sich

hütet aus Unkenntniss vor dem Publicum sich lächerlich zu machen, Verse zu dichten aber jedermann sich getraut, als ob dazu nichts weiter erforderlich sei als ein freigeborener und nicht unbemittelter Mann zu sein.

Nach diesem Vergleich mit andern Künsten, dessen Absicht deutlich ist und der bequemen Übergang vermittelt, kehrt Horaz zu dem Angeredeten zurück: (385) *tu nihil invita dices faciesve Minerva* cet. 'du wirst nichts ungeschickt thun; dafür bürgt dein Verstand, dein Urtheil: aber dennoch wenn du einmal etwas dichten wirst, lass Maecius, lass deinen Vater und mich es hören: neun Jahre halte das Geschriebene zurück, eingeschlossen in den Schrein: man kann auslöschen, was man nicht veröffentlicht hat; das gesprochene Wort kehrt nicht wieder.'

Liess die Warnung, dass Mittelmässigkeit in der Dichtung verpönt sei, vermuthen, dass der Gewarnte mit dem Gedanken umging einen Versuch im Dichten zu machen, so erkennen wir hier, dass ein solcher Versuch noch gar sehr im Schooss unbestimmter Zukunft liegt, geschweige, dass der junge Piso bereits irgend einer Gattung mit Vorliebe sich zugewendet habe. Für einen Jüngling, der noch nicht ganz heraus ist aus den Kinderschuhen (366, 388) und bei dem es mit dem Dichten so aussieht, wie wir hier lesen, ist es schwer glaublich, dass Horaz so viele in das Specielle dringende Lehren über verschiedene Dichtarten aufgezeichnet hätte. Doch wir kommen darauf zurück, wollen aber die hier so scharf gezeichnete Charakteristik des jungen Mannes im Sinne behalten.

Zunächst fährt Horatius fort (391—407), den hohen Werth der Dichtkunst zu preisen, mit der alle menschliche Cultur ihren Anfang genommen, und die in manchfaltigen Formen ausgebildet, für verschiedene Zwecke und Bedürfnisse des Lebens sich wirksam erwiesen habe: ein ansprechendes Bild in seiner Ausführung, aber entworfen, nicht um seiner selbst willen, sondern hinausgeführt auf den schliessenden Satz (406) *ne forte pudori sit tibi Musa lyra sollers et cantor Apollo* (so hier wie 176), so dass demnach hierin wie der Anlass so auch der Platz für dieses κῶλον gegeben ist: denn wer sich dem Zusammenhang hingiebt, wird nicht verkennen, dass auch dieses noch als drittes an den jungen Piso sich wendet, der nachdem er genannt und angeredet (366), sodann deutlich gekennzeichnet war (387 f.), hier mit dem einfachen *tibi* ohne Dunkelheit angesprochen werden konnte. Diese drei Gedanken aber, die wir hier verbinden, bilden, wie mir scheint, eine untadeliche Reihe: Mittelmässiges in der Dichtung zu scheuen; den Rath anderer zu hören und nichts zu übereilen; aber grundlos auch, sich zu schämen (der Beschäftigung mit) einer Kunst, die so Grosses geleistet hat. Denn wem man das Schreckbild der Mittelmässigkeit vor-

hält und ihn zur Vorsicht an fremde Rathgeber weist, dem mochte es sich wohl empfehlen wieder Muth zu machen durch den Hinweis auf eine Kunst, mit der sich zu beschäftigen keine Schande sein könne.

Wenn daran weiter die aufgeworfene Frage sich schliesst, ob ein Gedicht durch Naturanlage besser als durch Kunst gelinge, die Horaz dahin beantwortet, dass keins von beiden ohne das andre genügend, das eine der Hülfe des andern bedürfe, und dass insbesondere wie zur athletischen und musischen Virtuosität viel Studium und lange Übung erforderlich gewesen, so auch für die Dichtkunst es nicht genug sei[1] zu sagen: 'ich mache wunderschöne Gedichte, hole der Henker den letzten; ich mag nicht zurückbleiben oder gestehen nicht zu wissen, was ich nicht gelernt habe' (408—418), so ist zwar gegen den Gedankenfortschritt an dieser Stelle nichts einzuwenden, aber auch diesen Satz noch, der Studium und Naturanlage begehrt, auf den jungen Piso zu beziehen, ist, soviel ich sehe, in Gedanken und Ausführung kein Anlass gegeben.

Aus der Selbstgefälligkeit aber des unwissenden und mit seiner Unwissenheit prahlenden Poeten gewinnt Horatius eine ausgeführte Betrachtung über die Rathgeber, an die ein Dichter zur Beurtheilung seiner poetischen Erzeugnisse sich zu halten und vor welchen er sich zu hüten habe (419—437). Ein reicher Dichter, zumal wenn er auch sonst sich nützlich und hülfreich erweisen kann, hat es leicht Schmeichler an sich zu locken, und wird kaum im Stande sein den wahren vom falschen Freund zu unterscheiden: (426) *tu seu donaris seu quid donare voles cui, nolito ad versus tibi factos ducere plenum laetitiae*: magst du beschenkt haben oder beschenken wollen, lass den Beschenkten nicht über die von dir gefertigten Verse urtheilen: er wird alles übermässig loben und preisen. Könige, heisst es, pflegen durch Wein zu prüfen, wer ihrer Freundschaft würdig: (436) *si carmina condes, numquam te fallant animi sub volpe latentes*: wenn du Gedichte machst, lass dich nicht durch die unter dem Fuchspelz verborgene Gesinnung täuschen. Im Contrast dazu wird (438—444) ein sachkundiger und unnachsichtiger Beurtheiler gezeichnet in Quintilius, Horatius' Freund, der auch selbst dessen Kritik erfahren haben wird, und gezeigt (445—452) dass ein ehrlicher und besonnener Mann in gleichem Falle mit gleicher Strenge verfahren werde, im Interesse des Dichters und die Nachtheile erwägend, die diesem erwachsen können, wenn uncorrigiert seine mangelhaften Gedichte in die Hände von Lesern kommen.

---

[1] Es ist zu verwundern, dass Herausgeber wie M. Hertz und selbst Kiessling (416) *nunc satis est dixisse* edieren, weil es ja so in den Handschriften steht, und nicht sehen, wie sie damit den Zusammenhang des Gedankens zerstören, wie ich ihn im Text bezeichne.

Zweimal mit besondrer Anrede und mit specieller Hervorhebung der Gelegenheit wird in der ersten Hälfte dieser Betrachtung vor falschen Freunden und Rathgebern gewarnt: (426) *tu seu donaris seu .. nolito ad versus tibi factos ducere* cet. (436) *si carmina condes, numquam te fallant.* An wen, fragen wir, sind diese Erinnerungen gerichtet? Man nimmt an, an den jungen Piso. Es ist einzuräumen, dass in dem letzten Theile dieser Darstellung einiges enthalten sei, was dem jungen Piso zur Nachachtung empfohlen werden könnte. Allein grade an den Stellen, die durch die persönliche Anrede diese Annahme am entschiedensten herauszufordern scheinen, bin ich der Meinung, dass sie unhaltbar sei. Denn erstlich nach dem Wortlaut ist von Dichtern die Rede, die das *versus facere*, das *carmina condere* betreiben und nach ihrer Art verstehen, nicht von einem jungen Mann, der vielleicht einmal in Zukunft einen dichterischen Versuch wagen wird; sodann die bezeichnete Gelegenheit *seu donaris seu*, das aus dem Gleichniss vom *dives poeta* hervorgegangen ist, zeigt deutlich, dass an Piso nicht gedacht ist. Endlich sahen wir, dass diesem für den Fall, dass er einmal etwas produciere, die Rathgeber angewiesen sind, an die er sich zu wenden haben werde (387 f.). Wie sollte also demselben von Neuem und getrennt von jener Anweisung recht *ex professo* eine Lection darüber gegeben werden, welche Rathgeber wenn er dichte und bei welcher Gelegenheit zu hören rathsam sei. Grade die sprechende Analogie dieser doppelten Ausführung ist als ein verlässliches *indicium* dafür anzusehen, dass, wen Horaz an zweiter Stelle mit *tu* und *te* anredet, Piso nicht sein kann.

Darf man diesem Ergebniss trauen, so werden wir es auf mehrere Stellen, die dieselbe Anrede haben, anwenden dürfen. Zuerst auf die V. 119—152:

Aut famam sequere aut sibi convenientia finge.
120 *Scriptor Homereum si forte reponis Achillem,*
Impiger iracundus inexorabilis acer
Iura neget sibi nata, nihil non adroget armis;
Sit Medea ferox invictaque, flebilis Ino,
Perfidus Ixion, Io vaga, tristis Orestes.
125 *Si quid inexpertum scenae committis et audes*
Personam formare novam, servetur ad imum
Qualis ab incepto processerit et sibi constet.
Difficile est proprie communia dicere tuque
Rectius Iliacum carmen deducis in actus,
130 *Quam si proferres ignota indictaque primus.*
Publica materies privati iuris erit, si
Non circa vilem patulumque moraberis orbem,

Nec verbum verbo curabis reddere fidus
Interpres, nec desilies imitator in artum,
135 *Unde pedem proferre pudor vetet aut operis lex.*
Nec sic incipies ut scriptor cyclius olim
'Fortunam Priami cantabo et nobile bellum.'
Quid dignum tanto feret hic promissor hiatu?
Parturiunt montes, nascetur ridiculus mus.
140 *Quanto rectius hic qui nil molitur inepte.*
'Dic mihi Musa virum, captae post moenia Troiae
Qui mores hominum multorum vidit et urbes.'
Non fumum ex fulgore, sed ex fumo dare lucem
144 *Cogitat, ut speciosa dehinc miracula promat — —*
148 *Semper ad eventum festinat et in medias res*
Non secus ac notas auditorem rapit et quae
150 *Desperat tractata nitescere posse relinquit,*
Atque ita mentitur, sic veris falsa remiscet,
Primo ne medium, medio ne discrepet imum.

'Entweder folge der Sage (*famam*) d. h. der Sage wie sie im Munde des Volkes lebt oder in älterer Dichtung ausgeführt vorliegt; oder erfinde, was sich zusammenfügt.' Beide Wege werden genauer bestimmt: Ad 1. Wenn du z. B. den Homerischen Achill wiederbringst (*reponis*, auf die Bühne, hier wie 190), so lass ihn die Züge haben, mit denen ihn Homer ausgezeichnet hat, ebenso die Medea, und die andern genannten, lass sie so sein, wie sie in der Sage oder älteren Dichtung erscheinen. Es ist nicht die allgemeine Charakteristik der Personen, die Horatius hier im Auge hat, ein Missverständniss, das veranlasst hat, diesen Abschnitt mit dem vorigen (114—118) in Eins zusammen zu nehmen, von dem er streng zu trennen ist, sondern es stehen die Personen als Träger der Handlung in Frage, wie denn die ihnen beigelegten Epitheta gleichsam *in nuce* die Handlung andeuten, für die sie bestimmt sind. Ad 2. Deutlicher noch redet der zweite Fall: 'wenn du etwas, das noch unversucht, der Bühne anvertraust und eine neue Person zu gestalten unternimmst, so lass sie bis zum Ende bleiben wie sie vom Anfang hervorgetreten ist, und mit sich in Übereinstimmung sein.' Denn hier ist unzweideutig ausgesprochen, dass die Personen in Beziehung zu der beabsichtigten Handlung in Betracht gezogen werden: um so zuversichtlicher dürfen wir das gleiche für den ersten Fall voraussetzen.

Vortheile und Nachtheile beider Wege werden erwogen: zuerst für das was Horaz *fingere* genannt hat. Es ist schwierig *communia*, Allgemeines, d. h. was vielen gemeinsam ist, *proprie* in einen wenigen

oder einem eigenthümlichen Ausdruck zu bringen[1]: denn der, welcher ersinnt, erdichtet, muss vom Allgemeinen ausgehen, dies aber in einen individuellen Ausdruck zu kleiden suchen: ein Verfahren, das an Aristoteles' ἐκτίθεσθαι καθόλου τοὺς μύθους erinnert. Das ist schwierig, sagt Horaz, und du thust besser daran (*rectius deducis*) das Ilische Gedicht in Acte zu zerlegen, als wenn du unbekanntes und noch ungesagtes zuerst vorbringen wolltest.

Die Besorgniss, dass dem, der an vorhandene Dichtung sich hält, nichts Eigenes bleibe, ist leicht zu beschwichtigen: 'denn auch allgemein bekannter und jedermann zugänglicher Stoff (*publica materies*) lässt sich in Eigenrecht, Gemeingut in Privatgut verwandeln, unter folgenden Bedingungen: erstens 'wenn du nicht bei dem vulgären und ausgetretenen Sagenkreis stehen bleibst (*moraberis*)', sondern durch eigene Erfindungen das Überkommene gestaltest (εὑρίσκειν δεῖ καὶ τοῖς παραδεδομένοις χρῆσθαι καλῶς Aristoteles);

zweitens 'nicht Wort für Wort als ein treuer Dolmetsch das Fremde wiederzugeben trachtest' (wie die römischen Tragödien mitunter nach Cicero's Ausdruck *ad verbum expressae* aus dem Griechischen waren);

drittens 'als Nachahmer nicht so in die Enge und in Abhängigkeit vom Original dich begiebst, dass du den Fuss davon abzuheben dich scheust': nicht wie Horatius sein freies Verhältniss zu Archilochus (ep. I 19) mit Nachdruck betont.

Mit *nec sic incipies* (136) beginnt bei den Herausgebern ein neuer Satz, der wenn er einen neuen unabhängigen Gedanken anhebt, eines passenden Anschlusses entbehrt, während das Satzgebilde so gleichartig ist, *si non .. moraberis, nec verbum verbo curabis, nec desilies, nec sic incipies,* dass auch dies letzte noch als Theil des Ganzen anzusehen gestattet ist: ich nehme daher an, dass auch darin noch eine Bedingung enthalten sei, wie *publica materies privati iuris* werden könne.

Und wenn du (viertens) nicht so anfangen wirst, wie der cyclische Dichter 'Priamus Schicksal und den berühmten Krieg will ich besingen', der also, was Aristoteles widerrieth, den ganzen Krieg zum Gegenstand seiner Dichtung genommen, aber unvermögend war den ungeheuren Sagenstoff, den er aus dem Vorhandenen ausgewählt, durch eigene Erfindungen zu beleben und fesselnd zu gestalten: ungefähr wie wer *circa vilem patulumque orbem moratur*.

Mit solchem Verfahren aber wird Niemand aus Fremdem Eigenes zu schaffen vermögen: wieviel besser Homer, der aus dem unend-

[1] *communia* und *propria* sind Gegensätze: Cicero Acad. pr. II 16, 34. Top. 13, 55. Derselbe Gegensatz in τὰ καθόλου und καθ' ἕκαστον, wie die Poetik des Aristoteles sie definiert, καθόλου τῷ ποίῳ τὰ ποῖα ἄττα συμβαίνει λέγειν ἢ πράττειν, καθ' ἕκαστον τί Ἀλκιβιάδης ἔπραξεν.

lichen Sagenkreise ein enger begrenztes Stück auserlesen, dieses aber mit immer neuen Erfindungen spannend gemacht und den Hörer mit allen Feinheiten einer bestechenden Behandlung hinzureissen vermocht hat. Wer so verfährt, wird den von ihm ausgewählten Sagenstoff, der auch hier als gegeben, nicht vom Dichter erfunden vorausgesetzt wird, aus einem fremden sich voll zu eigen machen.

Nehmen wir also die mit (136) *nec sic incipies* beginnende Ausführung mit Recht noch zu dem vorangegangenen hinzu, so gewinnen wir von 119—152 ein rundgeschlossenes Theilganze. Und fragt man nach dem Inhalte desselben, so ist es nicht zutreffend zu sagen, es handle von Drama und Epos, obwohl es von Epos und Drama spricht, sondern wir werden uns, denke ich, correcter ausdrücken, wenn wir sagen, Horaz habe den Stoff der Dichtung und die Behandlung des Stoffes (die *materies* und die *tractatio*[1]) zum Gegenstand seiner Darstellung genommen, den Stoff, der entweder der Sage und vorhandenen Dichtung entnommen, oder der Erfindung des Dichters verdankt wird: die Behandlung, durch die auf beiden Wegen sich kunstgerechtes schaffen lässt, beides exemplificiert am Drama und an der epischen Dichtung.

Fragen wir nun, an wen dieser so geschlossene Abschnitt gerichtet ist, so ist nicht zu übersehen, wir haben eine Reihenfolge von Imperativen *sequere* — *finge*, oder von zweiten Personen *si forte reponis*, *scenae committis et audes*, *deducis in actus*, *si proferres*, und von Futurformen *moraberis*, *curabis*, *desilies*, *incipies*, eine Erscheinung, die auch rein äusserlich zeigt, dass hier alles in festem Zusammenhang gefügt ist. Dabei ist aber der Gedanke völlig fern zu halten, dass mit *tuque* (128) eine neue Person im Unterschiede von andern eingeführt werde: hier ist kein Gegensatz der Personen, sondern nur ein Gegensatz in der Sache, und die Hinzufügung des Pronomens verleiht nur dem gegensätzlichen Gedanken eine etwas angelegentlichere Form[2]).

Wenn man nun nach der herrschenden Meinung einen Augenblick daran denken wollte, dass dies *aut famam sequere* und alles, was sich daraus entwickelt hat, den jungen Piso angehe, so müsste man sich vor allem wundern über dies seltsame ὕστερον πρότερον, das Horaz sich hier gestattet habe, indem er, nachdem *Pisones* (6), *pater et iuvenes patre digni* (24) genannt sind, hier vom Leser verlangt, dass er an den *maior iuvenum* denke, der erst ein paar hun-

---

[1] *materies* wie Horatius selbst sagt 131 und schon 38; und *tractatio*, die V. 150 erscheint. Cf. Cicero or. 34, 119 und 35, 122.

[2] Siehe Plautus Menaechm. 427 mit mein. Bem. Tibull 1 1, 67: Monatsberichte der Akademie vom Mai 1878 S. 349. Sophocles Electra 448.

dert Verse (360) später eingeführt wird. Und doppelt verwunderlich müsste es erscheinen, dass diesem nach der an seinem Orte gegebenen Schilderung solch specielle Lehren über wichtige Dichtarten gegeben würden, ihm, von dem unsicher ist, ob er überhaupt jemals einen Versuch zu dichten machen wird, und der bis jetzt noch für keinerlei Gattung sich entschieden hat.

Giebt man aber diesen in jedem Betracht unhaltbaren Gedanken auf, so bietet sich für diesen Abschnitt eine Auffassung dar, die in befriedigender Weise die Anlage des Werkes für einen guten Theil wenigstens aufzuklären geeignet ist.

Horaz hob V. 38, nach Erörterungen über Grundforderungen der Kunst und Dichtkunst, gegen die nur zu oft gesündigt werde, mit einem ersten positiven Vorschlag an, der besseres verbürgen könne: *Sumite materiam vestris qui scribitis aequam viribus et versate diu quid ferre recusent quid valeant humeri.* Er redet, obwohl vorher *Pisones* und *pater et iuvenes* genannt sind, nicht diese an, sondern die, welche dichten (*qui scribitis*), zum deutlichen Beweis, dass nicht alles in seinem Werk an die Pisones sich wenden sollte. Er rieth aber denen, welche dichten, den Stoff richtig zu wählen, d. h. wie er dem eigenen Vermögen gemäss sei. Wie sachlich die Wahl des Stoffes zu treffen sei, erörtert er hier nicht, sondern sucht vorab darzulegen, welche Vortheile aus einer subjectiv glücklich vollzogenen Wahl sich ergeben, indem er von einem Einzelnen dieser Glücklichen aussagt (40) *cui lecta potenter erit res, nec facundia deseret hunc nec lucidus ordo*, und sodann diese beiden Ergebnisse der Wahl einer näheren Betrachtung unterzieht, kurz und bündig den *ordo*, eingehend die *facundia*. Dies eine festgeschlossene Darlegung, in der von der vorsichtigen Wahl der Wörter ausgegangen und die Kunst empfohlen wird, durch geschickte Verbindung einem bekannten Worte Neuheit zu verleihen, aber auch das Recht der Neubildung verteidigt wird, sodann, da die *facundia* nicht der Prosa, sondern die *facundia* der Dichtung in Frage steht, die Unterschiede der Versmaasse, die je nach der Natur der Dichtarten zu verwenden sind, dargelegt werden, an die der Dichter sich zu halten hat; und diesen Unterschieden entsprechend der Gegensatz der Stilarten in den entgegengesetzten Dichtgattungen wie in den verschiedenen Stimmungen ein und derselben Gattung verfolgt und überhaupt dargethan wird, dass Stil und Sprache, wie der inneren Empfindung entsprechend, auch der äusseren Qualität nach Jugend und Alter, Geschlecht und Herkunft angemessen gestaltet sein müsse. Denn dieser letzte Abschnitt (114—118) hängt an dem Verbum *loquatur*, was Beweises genug ist, dass er noch zu der Ausführung über die *facundia* gehört und diese abschliesst. Damit ist dann aber, was der Satz enthielt *cui lecta potenter erit res* (40) rein

ausgeschöpft und insbesondere die *facundia* des Dichters nach allen Seiten in klar und reich sich ergiessender Darstellung entwickelt.[1]

Daher greift Horaz nun (119) zurück auf das *Sumite materiam vestris qui scribitis aequam viribus* (38), um jetzt, nachdem die Ergebnisse aus der subjectiven Wahl des Stoffes ausgelegt sind, auch zu zeigen, auf welchem Wege sachlich der Dichter den Stoff für seine Darstellung gewinnen könne. Mit den Worten (119) *aut famam sequere aut sibi convenientia finge* wendet er sich, wie dort an die, welche dichten, so hier an einen einzelnen beliebigen Dichter, der auf seine Rathschläge hören will. Einige Herausgeber verbinden 119 f. *aut sibi convenientia finge Scriptor*, was noch genauer dem frühern *Sumite qui scribitis* entsprechen und die Anrede als eine allgemeine an Dichter gerichtete noch deutlicher bezeichnen würde. Aber auch wenn verbunden wird *Scriptor si forte reponis* ist der Sinn nicht verschieden; und es sollte nicht bezweifelt werden, dass mit *aut famam sequere* (119) ein neuer Gedankenzug beginnt, nicht an die Pisonen oder an einen derselben gerichtet, sondern an irgend einen, der mit der Dichtkunst sich befasst.

Ist diese Auffassung von dem Verhältnis der beiden Eingänge *sumite materiam* (38) und *aut famam sequere* (119) zu einander und der beiden Theile der Darstellung, die von diesen eingeführt werden, begründet, so stellt sich, meine ich, heraus, in welch einfacher Anordnung ein beträchtliches Stück poetischer Lehre des Horaz sich abspielt. Horaz aber fährt fort: (153) *Tu quid ego et populus mecum desideret audi:* ʻdu was das Publicum, d. i. wie der folgende Satz deutlicher ausspricht das Theaterpublicum, begehrt, vernimmʼ. Die Erörterung über Stoff und Behandlung war hinausgeführt worden auf die epische Dichtung und hatte insbesondere gezeigt, durch welche Mittel der Composition Homer es verstanden, den Hörer (*auditorem* v. 149) zu fesseln. So schliesst sich angemessen an: ʻNun höre, was die Zuschauer im Theater begehrenʼ. Und noch nach anderer Seite: dieselbe Erörterung hatte auch vom D r a m a Stoff und Composition in Betracht gezogen; jetzt giebt die A u f f ü h r u n g des Drama und die Wirkung derselben auf die Zuschauer den Gegenstand der Darstellung ab. So zeigt sich an diesem Punkt in doppelter Weise Fortschritt und Zusammenhang gegeben.

Der folgende Satz[2] (154) *si plausoris eges* cet. nimmt das voran-

---

[1] Meinen frühern Aufsatz hatte ich mit V. 118 geschlossen, weil ich überzeugt war, dass damit ein Abschnitt abgeschlossen sei, mit 119 ein neuer beginne. Ich kann es nur als einen Fehlgriff bezeichnen, dass man hier eine Verbindung statuiert hat, gegen die alles spricht.

[2] Auch hier hat man Grund sich zu wundern, dass Herausgeber, wie die vorhin genannten, die Sätze so ordnen:

gegangene *quid populus desideret* wieder auf und spricht das Begehren deutlicher aus: 'wenn du nach einem Beifallsklatscher verlangst, der ausharrt bis der Cantor sein *Plaudite* ausruft': dies in Erinnerung an die uns aus der römischen Komödie bekannte Sitte, dass die Caterva zum Schluss mit einem *Plaudite* sich empfiehlt. Das erste aber, das Horaz dem Dichter empfiehlt, der sein Publicum fesseln will, ist dass er die Sitten der Lebensalter durch Beobachtung sich merke (*notandi sunt*), um nicht bei der Zutheilung der Eigenschaften in die Irre zu gehen: denn das ist ein Fehler, den man um so mehr vermeiden muss, je leichter er von jedermann bemerkt wird (156—178). Es ist aber einleuchtend, dass diese Erinnerung die Komödie ebenso wie die Tragödie angeht. Um so mehr ist es rathsam, den Gesichtspunkt festzuhalten und herauszuheben, unter den Horatius seine Betrachtung gestellt hat und ihn nicht durch Bezeichnungen zu verdrängen, die der rhetorischen Theorie entnommen, seine Absichten eher zu verdunkeln geeignet sind. Dass ihn die Rücksicht auf die Aufführung des Drama und das Publicum

---

Tu quid ego et populus mecum desideret audi,
Si plausoris eges aulaea manentis et usque
Sessuri, donec cantor 'vos plaudite' dicat:
Aetatis cuiusque notandi sunt tibi mores.

Denn abgesehen von anderem, in den drei ersten Zeilen formen sie einen klobig plumpen Satz, wie man ihn, möchte man glauben, einem so zierlichen Dichter nicht zutrauen würde.

Von derselben Pracht ist auch der Satz 46. 47:

In verbis etiam tenuis cautusque serendis
Dixeris egregie, notum si callida verbum
Reddiderit iunctura novum,

der jetzt wieder den Herausgebern besonders gefällt: denn ohne auf die Gründe einzugehen, mit denen ich ehemals die Umstellung verfochten habe, möchte ich nur die Satzform den Lesern unter die Augen bringen, ob sie wohl sehen können, wie tölpelhaft der Satz gebaut ist.

Derselbe M. Hertz, dem dieser Satz gefiel, hat auch nicht unterlassen, den folgenden zu verderben: 48—51:

Si forte necesse est
Indiciis monstrare recentibus abdita rerum et
Fingere cinctutis non exaudita Cethegis,
Continget dabiturque licentia — —

Die Aufnahme von *et* hat Ad. Michaelis empfohlen, aber ohne an der Satzbildung sich zu vergreifen. Und viel Überlegung scheint doch auch nicht erforderlich, um einzusehen, dass *fingere cinctutis non exaudita Cethegis* nicht in den Vordersatz und nicht in die Abhängigkeit von *necesse est* gehört.

Aber was ist von Horazherausgebern zu erwarten, die in ep. 1 einen Satz wie diesen

an hunc laborem mente laturi decet qua ferre
non mollis viros feremus et te vel per Alpium
iuga inhospitalem et Caucasum vel occidentis usque
ad ultimum sinum forti sequemur pectore,

nicht bloss mit fortführen, sondern, eines bessern belehrt, verfechten, den kaum ein *tiro* ungeschickter hätte formen können.

leitet, wie er angekündigt, erhellt gleich bei dem zweiten Rathschlag, den er dem Dichter ertheilt, ja zu verhüten, dass unter den Augen des Publicums ausgeführt werde, was besser der beredten Erzählung eines Boten vorbehalten bleibe (179—188): *quod ostendis mihi sic incredulus odi.* Nicht minder die dritte Regel: ein Drama, das aufgeführt und immer wieder aufgeführt sein will, muss sich an die durch die Sitte festgestellten Grenzen seines Ausmaasses halten (189. 190). Auch die folgenden kurz gehaltenen Bestimmungen, keine Gottheit einzuführen, wenn es nicht die Lösung des Knotens verlangt (191), nicht die Zahl der sprechenden Personen über drei zu vermehren (192), vollends dass der Chor die Rolle eines Schauspielers versehe und nichts zwischen den Acten einmische, was nicht fest zum Ganzen sich füge (193—195), lassen auch in der Knappheit des Ausdrucks die Beziehung auf die Aufführung des Drama und die Bühne deutlich erkennen. Was aber die geschichtliche Entwicklung der Flötenbegleitung bei den Chören des Drama anlangt, die an die Bezeichnung dessen, was der Chor im Gange der Handlung zu thun habe (196—201), sich anschliesst (202—219), so zeigt sie auf jeder Stufe, dass die Fortschritte aus den einfachern Zuständen zu immer künstlicher ausgestalteter Musikbegleitung wesentlich hervorgegangen sind aus den immer mächtiger wirkenden Bedürfnissen und Ansprüchen des Publicums.[1]

Demselben Gesichtspunkt entsprungen ist auch die Frage über eine mögliche Einführung des griechischen Satyrdrama auf der römischen Bühne: der Grieche, der zuerst dies geschaffen, hat es gethan *eo quod inlecebris erat et grata novitate morandus spectator functusque sacris et potus et exlex* (223—224): was nicht ohne Grund hinzugefügt ist, sondern den Gedanken enthält: will man zu diesem Zweck dasselbe in Rom einführen, so hat man folgende Regeln zu beobachten (225—243). Und wenn Horaz seine stilistischen Vorschläge beschliesst mit der Bemerkung, dass die *Fauni silvis deducti* sich hüten müssen durch ihre Reden den feinern Theil der Zuschauer zu verletzen, so hat die Rücksicht auf das Publicum von Neuem unzweideutigen Ausdruck gefunden (244—250).

Endlich die (251) mit der Beschreibung des jambischen Verses beginnende Auseinandersetzung, die den Interpreten am meisten den Kopf warm gemacht hat, wird nicht richtig als eine 'Vergleichung

[1] Verwunderlich ist, dass man diese Ausführung über die *tibia* nicht auf Rom und Römer, sondern auf Athen und Griechen bezogen hat, recht ein Beweis, wie wenig die Interpreten dem Dichter in seine Absichten zu folgen wissen. Für *victor* 208 sei auf ep. II 1, 156 und für den thatsächlichen Fortschritt in der Musik des römischen Drama auf Cicero de legibus II 15, 39 verwiesen: *quae solebant quondam compleri severitate iucunda Livianis et Naevianis modis, nunc ut eadem exsultent et cervices oculosque pariter cum modorum flexionibus torqueant.*

von Griechen und Römern in formeller Beziehung' bezeichnet, sondern auch hier handelt es sich um römische Dichter und ihr Publicum, nur hier nicht in dem Sinn, dass das Publicum und sein Begehr für die Dichter maassgebend sein soll, sondern im Gegentheil, dass es in Fragen der Verstechnik nicht gehört werden darf, weil was die Dichter aus Unkenntniss und Sorglosigkeit gefehlt haben, bei den Zuschauern in Folge gleicher Unkenntnis Beifall gefunden hat. Darum betont Horaz nachdrücklich, die griechischen Originale nicht aus der Hand zu legen, aus denen, was richtig, zu lernen sei (251—274). Doch dies hier noch genauer darzulegen, würde mich jetzt zu weit von meinem Wege ablenken. Möge es genügen mit einem Wort darauf hingewiesen zu haben, wie lange Strecken der Erörterung unter einem Gesichtspunkt zusammengefasst sind.

Wir müssen zurück zu dem *Tu* im Eingang von V. 153. Wenn unsere bisherige Verhandlung etwas gefruchtet hat, werden wir in diesem an die Spitze gestellten Pronomen nicht eine gegensätzliche Hervorhebung einer besondern Person erkennen (*tu audi, quid ego et populus desideret*), sondern diese Anrede hat nicht mehr Gewicht als im folgenden bei der speciellen Ausführung des allgemeinen Gedankens: *si plausoris eges* (154), *notandi sunt tibi mores* (156). Dass aber dieses ein an den jungen Piso gerichteter Vorschlag sei ('wenn du einen Beifallsklatscher begehrst der bei deiner Aufführung ausharrt bis zum Schluss'), kann dem der die Zeichnung des jungen Mannes aus V. 385ff. noch in Erinnerung hat, nur ein lächerlicher und des Horatius unwürdiger Gedanke erscheinen. Ebenso lächerlich, wenn von demselben verstanden sein soll (183) *non intus digna geri promes in scenam multaque tolles*; ja selbst im Munde des Horaz kann das (188) *quodcumque ostendis mihi sic, incredulus odi*, dem jungen Piso gegenüber, nach dem was er später demselben anräth (385ff.), nicht anders als seltsam wirken.

Es sind noch einige pronominelle Anreden in unserm Gedichte übrig, bei denen es keiner besondern Beweisführung bedarf, dass sie mit den Pisonen nichts zu thun haben: 310 *rem tibi Socraticae poterunt ostendere chartae;* 335 *aut prodesse volunt aut delectare poetae. quidquid praecipies, esto brevis;* 362 *ut pictura poesis: erit quae si propius stes te capiat magis et quaedem si longius abstes,* wiewohl diese Wendung auch in allgemeinem Sinne genommen werden kann: aber auch so kann sie zeigen, dass nicht jede pronominelle Anrede auf eine bestimmte Person gehen soll. Redet doch Horatius mit (19 fg.) *et fortasse cupressum scis simulare* einen beliebigen Maler an, oder greift Sat. I 1, 38, nachdem er eine Mehrzahl von Personen bezeichnet hat (*ille, hic — aiunt* 28—32), dann einen Einzelnen heraus mit der Anrede *cum te neque fervidus aestus demoveat lucro.*

Fassen wir die Ergebnisse dieser Betrachtung zusammen, so ist wohl klar, dass Horaz des jungen Piso wegen, des älteren der beiden Brüder, seine Aufzeichnungen über römische Dichtkunst nicht gemacht hat: er hat ihm mehr beiläufig eine Warnung ertheilt, die für andere nicht weniger als für ihn bestimmt war, hat aber ihm und seinem noch sehr problematischen Interesse an poetischer Production keinen irgend fühlbaren Einfluss auf seine Darstellung eingeräumt.

Dass neben Vater Piso seine beiden Söhne genannt und angeredet werden, mochte für die jungen Leute eine besondere Ehre sein, von denen leicht zu glauben ist, dass sie durch Lehre und Beispiel ihres Vaters (366, 388) veranlasst, mit griechischer und römischer Dichtung sich befasst und ein gegründetes Urtheil über gewisse Fragen der Dichtkunst sich anzueignen beflissen waren (268fg., 292fg.), aber hauptsächlich ist es Vater Piso, dem Horatius seine Meinungen und Wünsche über römische Poesie an das Herz legt, auf dessen Einverständniss er rechnen und dessen Ansehen vermuthlich der Verbreitung seiner Lehren nützlich werden konnte. Aber Piso war kein Dichter und Horaz hat seine speciellen Vorschläge nicht an ihn oder seine Söhne sondern an die gerichtet, die Dichter sind und zu dichten vorhaben, um ihnen nachdrücklich einzuschärfen, auf welchem Wege sie mit Erfolg und zu ihrer und des römischen Volkes Ehre ihre Kunst betreiben werden.

3.

Bei Behandlung von Fragen der Dichtkunst macht es in der Sache kaum einen erheblichen Unterschied, ob das, was getadelt oder empfohlen wird, an den Dichter sich wendet oder von der Dichtung ausgesagt wird. Auch Horaz hat in den Betrachtungen über die Dichtkunst mit sicherm Geschmack bald der einen bald der andern Ausdrucksweise sich bedient, manchmal an derselben Stelle aus der einen in die andre übergehend. So nimmt Horaz, wenn er auch sagt, dass dem monströsen Gebilde des Malers, mit dem er seinen Brief eröffnet, ein Gedicht (*liber*) ganz gleich sei (6), das wie jenes aus ungleichartigen Theilen zusammengesetzt worden, dennoch im Grunde seinen Ausgang von den Dichtern, bezeichnet die Fehler, die sie vielfach begehen (14), weist deren Anlässe auf (24) und giebt den Weg an, auf dem ihnen am besten zu begegnen sei (38).

Auch wenn er *ordo* und *facundia* erläutert und empfiehlt (43 f. 45 ff.), hat er die Dichter im Auge (*promissi carminis auctor* 46), und die Dichter sind es, für die er das Recht der Neubildung von Wörtern erstreitet (48 ff.). Nachdem er sodann zur Erläuterung der poetischen *facundia* die der Mannichfaltigkeit der Dichtgattungen entspre-

chende Verschiedenheit der Versarten dargelegt, schliesst er ab (86f.) *descriptas servare vices operumque colores cur ego si nequeo ignoroque poeta salutor*, zum deutlichen Beweis, dass der Dichter ihm bei diesen Aufgaben vor der Seele steht. Dagegen die seelische Wirkung der Dichtung zu bezeichnen heisst es (99) *non satis est pulchra esse poemata, dulcia sunto.*

V. 119 mit *famam sequere* in Anrede an den Dichter, wie wir gezeigt haben, hebt eine neue Gedankenkette an und werden in derselben Form der Anrede in langer Folge analoge Vorschläge und Winke entwickelt, (120) *si forte reponis*; (125) *si quid scenae committis*; (129) *Iliacum carmen deducis in actus*; (136) *nec sic incipies*; (153) *tu quid ego et populus desideret*; (178) *in adiunctis aevoque morabimur aptis*; (183) *non intus digna geri promes in scenam multaque tolles*; (188) *quodcumque ostendis mihi sic*, um nur Einiges kurz herauszuheben, so dass nicht zu verkennen ist, dass er einen ansehnlichen Theil seiner Lehren unter den Gesichtspunkt gestellt hat, dem Dichter zu sagen, wie er in den fraglichen Anforderungen zu verfahren habe.

Gleiches lässt sich vom Satyrdrama sagen: denn wenn nach einigen treffenden Bemerkungen über den Unterschied der Personen in diesem Drama Horaz von sich bekennt (234 ff.) wie er es machen würde, wenn er Satyrdramen dichten wollte, so will er dem Dichter zeigen, was er in gleichem Falle zu thun habe.

Horatius' Tadel, dass die römischen Dichter der ältern Zeit, die Tragiker (258 ff.) und die Komiker (270 ff.), im Bau der Verse nicht Sorgfalt und Sachkenntniss bewiesen hätten, richtet sich nicht gegen Dichter überhaupt sondern heftet sich an bestimmte Namen als Repräsentanten einer ganzen Richtung. In derselben Vorstellung beharrt Horaz, indem er an die Nachlässigkeit im Rhythmischen die allgemeine Scheu römischer Dichter vor der Mühe des Ausbesserns knüpft (290f.). Abgeschlossen aber wird dieser Gedankengang, indem auf die Dichtung angewendet wird, was an den Dichtern sich ergeben hat: (292) *o Pompilius sanguis, reprendite carmen quod non multa litura coercuit:* womit zugleich (wie früher bemerkt) die mit 119 angehobene Entwicklung ihren Abschluss gefunden hat. Denn was sich anschliesst (295 ff.) von dem der um den Namen Dichter zu erwerben sich als Genie in der äussern Erscheinung herausputzt, hat zwar auch an dem Vorangegangenen einen Anhalt, bildet aber recht eigentlich den Übergang zu der damit im engsten Zusammenhang stehenden spasshaften Erzählung des Horaz (301—306), dass er im Gegensatz zu jenem den Helleborus nicht spare sondern die Galle rechtzeitig austreibe, damit aber zugleich sich um die beste Kraft des Dichtens bringe; daher er selbst nicht dichtend andere die Aufgabe des Dichtens lehren wolle.

Mit dieser zierlichen Erfindung will Horatius, wie nicht zu bezweifeln, einen neuen Gang seiner poetischen Darlegungen einleiten, und da er das, was er lehren wolle in einigen Sätzen kurz so bezeichnet, (306) *munus et officium nil scribens ipse docebo, unde parentur opes, quid alat formetque poetam, quid deceat quid non, quo virtus quo ferat error,* so nehmen wir dies als eine Art Disposition[1] dessen, was noch folgen soll; und einiges trifft genau zu, wie z. B. *quid alat formetque poetam* (307) seine Erledigung findet in (325) *Romani pueri longis rationibus — — an haec animos aerugo et cura peculi cum semel imbuerit, speramus carmina fingi posse linenda cedro*, einer Ausführung, der in vergleichendem Gegensatz die glücklichere Anlage der Griechen vorangestellt ist (323 f.), die nur zu diesem Zweck hier Erwähnung gefunden hat. Anderes dagegen lässt Bedenken, die ich jetzt nicht versuchen will zu erledigen.

Allein aus diesen Ankündigungen zumeist, wenn ich recht verstehe, hat Hr. Norden die Meinung geschöpft, dass Horaz sein Werk in einem zweigliedrigen Aufbau aufgerichtet habe der Art, dass wie der erste Theil die Regeln und Gesetze der Dichtkunst dargelegt, so der zweite die Anforderungen an die Persönlichkeit des Dichters entwickle: er hat dabei an das Beispiel Quintilians erinnert, der 11 Bücher seiner *Institutio oratoria* den Gesetzen der Redekunst gewidmet, im 12. und letzten den Redner als solchen in das Auge gefasst habe.

Es ist einzuräumen, dass dieser zweite Theil gewisse Abschnitte enthält, die scheinbar mehr mit den Dichtern als mit der Dichtung sich beschäftigen: zu denen rechne ich aber nicht die Zeichnung des nachgemachten Genies (295—301), deren alleiniger Zweck in dem damit, wie bemerkt, in engstem Zusammenhang stehenden entgegengesetzten Geständniss des Horatius zu suchen ist. Wohl aber die ausgeführte Schlussbetrachtung (419—476), in der Horatius die Dichter anweist, wenn sie gedichtet haben, nicht Schmeichler oder ihnen Verpflichtete zur Beurtheilung ihrer Erzeugnisse einzuladen, sondern an sachkundige und gewissenhafte Männer sich zu wenden, die ihnen sagen können und entschlossen sind ihnen zu sagen, an welchen Mängeln ihre poetischen Versuche leiden und was alles daran noch gebessert und geändert werden muss, bevor sie ohne Nachtheil für sie selbst veröffentlicht werden können. Denen als Gegensatz der unverbesserliche Poet gegenübergestellt wird, der von der Ruhmsucht gestachelt zum Schein einen berühmten Tod sucht und den Horaz schonungslos seinem Verderben preis zu geben räth. Aber selbst in dieser Betrachtung ist doch, um recht zu urtheilen, nicht zu übersehen, mit welcher Geflissenheit (445—450) Horaz alle die möglichen Mängel und Fehler aufzählt, an

---

[1] Vgl. Ad. Michaelis, Die Horazischen Pisonen. Comm. Momms. S. 430 n.

denen ein Gedicht leiden kann, und von denen es befreit werden muss, ehe es brauchbar wird:

> *Vir bonus et prudens versus reprendet inertes,*
> *Culpabit duros, incomptis adlinet atrum*
> *Transverso calamo signum, ambitiosa recidet*
> *Ornamenta, parum claris lucem dare coget,*
> *Arguet ambigue dictum, mutanda notabit,*
> *Fiet Aristarchus;*

eine Aufzählung, die lebhaft erinnert an die in dem Brief an Florus (II 2, 109ff.) gegebene Entfaltung aller der Pflichten, die der zu erfüllen hat *qui legitimum cupiet fecisse poema.* Ist also selbst hierin die Rücksicht auf das was die Dichtung erfordert nicht ausgeschlossen, so wird man um so weniger nach dieser Ausführung allein den Charakter dieses Theils der Epistel bestimmen dürfen. Betrachte ich aber diesen Theil im Ganzen, so meine ich zu erkennen, dass, wie wir im ersten Theil die Lehren und Gesetze der Dichtkunst öfter an die Dichter geknüpft sahen, ebenso im zweiten Anweisungen und Warnungen über Dichtkunst bald in der einen bald in der andern Form zum Ausdruck gebracht werden. Selbst die Verse, mit denen Horaz den Übergang zu der neuen Gedankenentwicklung macht (306 ff.) sind nicht von der Art, dass sie den Dichter als den besondern und ausschliesslichen Gegenstand seiner Betrachtung bezeichneten. Neben *quid alat formetque poetam* (307) steht *munus et officium* (*scribendi* verstehen wir) *nil scribens ipse docebo* (306); auch *quid deceat, quid non* (308) ist nicht durch *poetam* zu ergänzen, sondern in allgemein ethischem Begriff zu verstehen (Cic. or. 21, 70. 71). Die angekündigte Betrachtung selbst aber wird eröffnet mit (309) *scribendi recte sapere est et principium et fons*, und dies so wenig wie die sich anschliessende Sorge um *res* und *verba* lässt uns ausschliesslich an den Dichter denken. Wenn aber die VV. 312—318 vorschreiben, was der Dichter lernen müsse und woher er Anschauungen schöpfen könne, so schliessen die VV. 319—322 unmittelbar daran Urtheile über Dichtungen, die in bestimmter Richtung das Rechte treffen oder verfehlen. Und die Verse, die im Gegensatz gegen die glücklicher beanlagten und einzig nach Ruhm begierigen Griechen von den Römern bekennen (325—332), dass sie von Haus aus auf Erwerb und Gewinn gerichtet seien (vgl. ep. an Aug. 103—107), was sagen sie aus? Wenn diese Sorge die Gemüther ergriffen hat, *speramus carmina fingi posse linenda cedro?* Auch das folgende wird, wer sich nicht vom Schein täuschen lässt oder nur auf die Anfangsverse sieht, nicht anders auffassen: denn was (333) von den Dichtern gesagt wird *aut prodesse volunt aut delectare poetae aut simul et iucunda et idonea dicere vitae* konnte ebenso richtig von den Gedichten aus-

gesagt werden. Gedichte müssen einen Inhalt (*rem* 310) haben, wenn sie nicht *nugae canorae* (320) sein wollen: entweder also einen belehrenden, durch moralisierende Betrachtungen nützlich wirkenden, oder aber einen durch anmuthige und gefällige Erzählungen erfreuenden, oder auch einen aus beiden Arten gemischten Inhalt. Verschiedene Gattungen von Gedichten werden gesondert und beschrieben und gezeigt (335 f.) was in jeder von ihnen vermieden werden muss, wenn man auf Beifall bei Lesern oder Hörern rechnen will: die Einen mögen nicht was ohne Nutzen (*expertia frugis*) ist (341); den andern ist strenger Stil (*austera poemata*) zuwider (342). Wer das Nützliche mit dem Angenehmen zu mischen weiss, der bringt Gedichte (*liber*) hervor, denen weite Verbreitung und lange Dauer zugesichert werden kann (343—346). Wie wäre hier die Persönlichkeit des Dichters mehr als seine Dichtung im Spiel?

Anknüpfend an die Fehler, die, wie ausgeführt, in jeder der bezeichneten Arten von Dichtung besonders zu verhüten seien, fährt Horatius fort *sunt delicta tamen quibus ignovisse velimus*: 'es giebt jedoch Fehler (in den Gedichten, verstehen wir, *ubi plura nitent in carmine* 351), die man gern verzeihen möchte', und markiert die Grenzen zwischen dem was verzeihlich ist und was unverzeihlich; und thut er das an den Dichtern, wir verstehen doch ihre Erzeugnisse (*operi longo* 360). In demselben Gedankenzug schliesst sich die Äusserung an, dass es für die Beurtheilung bei der Dichtung wie bei der Malerei auf den Standpunkt ankomme, den der Beurtheilende einnehme (*ut pictura poesis: erit quae si propius stes te capiat magis* 360ff.): ein Gedanke, der sein Licht auch auf das vorangegangene zurückwirft, und wir erkennen von 333—365 einen zusammenhängenden und wohlgegliederten Abschnitt, der Fragen der Dichtkunst behandelt in der Form nicht verschieden vom ersten Theile unseres Werkes.

Derselbe Gedankengang erstreckt sich noch weiter. Weil von verzeihlichen Fehlern in der Dichtung die Rede war und dass es auf den Standpunkt der Beurtheilung ankomme, wird jeder Verlass auf nachsichtige Beurtheilung abgeschnitten durch den Satz Mittelmässigkeit in der Dichtung ist nicht zu ertragen: (372) *mediocribus esse poetis non homines, non di, non concessere columnae.* Und dass man nicht glaube, dass hier wenigstens die Dichter es sind, denen diese Wahrheit gepredigt wird, gleich die Begründung, weshalb *mediocritas* von der Dichtung ausgeschlossen, hält sich an das poetische Erzeugniss: (377) *animis natum inventumque poema iuvandis si paullum summo decessit, vergit ad imum.* Was sich weiter anschliesst in Erinnerungen des jungen Piso, über deren Zusammenhänge an anderer Stelle gesprochen worden, kann unsere Auffassung nicht beeinträchtigen, unterstützt aber wird sie zum

Schluss durch die V. 408 aufgeworfene Frage *natura fieret laudabile carmen an arte*, deren Beantwortung auf das hinaus läuft, was Dichtern zu thun geziemt oder nicht geziemt, womit die Schlussbetrachtung eingeleitet wird.

Hiernach hege ich ein Bedenken, der von Hrn. Norden durchgeführten Zweitheilung des Werkes beizutreten, wonach der erste Theil die *ars*, der zweite den *artifex*, der erste die Kunstregeln der Dichtung, der zweite die persönlichen Anforderungen an den Dichter darstellten, und finde, dass Dichter und Dichtung gleicherweise durch das ganze Gedicht gehen und beide in manchfaltiger Form verwendet werden.

Da jedoch Horatius in den Versen 301 ff. trotz der scherzhaften Erzählung andeuten will, dass er einen neuen Gedankengang eröffnet, so dürfte vielleicht der Unterschied der beiden Theile sich so bezeichnen lassen, dass der erste in den drei ausgesonderten Abtheilungen, über *facundia*, über Stoff und Composition, über das Publicum und was unter diesem Begriff zusammengefasst worden, mehr die grosse Dichtung und die Gattungen derselben, wie die erwähnten Dichternamen und die angeführten Beispiele sie erkennen lassen, abgehandelt, der zweite hingegen mehr allgemeine Vorausetzungen des Dichtens in Betracht genommen habe, dass zum Dichten eine gewisse Art von Bildung erforderlich sei, dass Gedichte entweder belehren oder ergötzen können, dass in einem Gedicht auch verzeihliche Fehler vorkommen, aber ein mittelmässiges Gedicht unerträglich sei, dass die Dichtung wie die Malerei von verschiedenem Standpunkte verschieden beurtheilt werde, ob ein gutes Gedicht mehr Naturanlage oder mehr Kunstübung verlange.

Doch wie dem sei (denn ich wage nicht, zu entscheiden), den Brief an die Pisonen betrachte ich als eine Dichtung, die alle Anforderungen an ein Kunstwerk erfüllt. Er tritt, wie bemerkt, in die nächste Verwandtschaft mit den poetischen Episteln an Augustus und an Florus (II 1. 2). Bei diesen beiden kennen wir den concreten Anlass zu ihrer Abfassung, bei dem Brief an Florus aus ihm selbst, bei dem Schreiben an Augustus aus dem Zeugnis des Suetonius in der *Vita Horatii*. Horaz aber hat beidemal, indem er dem persönlichen Antrieb entsprach, zugleich seine Betrachtung weit über den nächsten Anlass hinaus erstreckt. Bei dem Brief an die Pisonen liegt der äussere Anlass nicht ebenso deutlich ausgesprochen vor, es hindert aber nichts anzunehmen, dass Horaz auch hier ihm eröffneten Wünschen der Pisonen entgegengekommen sei, aber auch hier so, dass er über das nächste Begehren hinaus seine Betrachtung auf die Gesamtheit der römischen Dichtung ausgedehnt habe. Ich sage der römischen Dichtung: denn sein alleiniger Zweck ist

hier, wie in den beiden andern Briefen, Rathschläge zu geben, wie sich der römischen Dichtung, der dramatischen insbesondere, für deren Mängel er ein scharfes Auge hatte, aufhelfen lasse; und all sein Bemühen ist dahin gerichtet, zu verhüten, dass nicht Mangelhaftes und Verfehltes, das dem römischen Namen nicht zur Ehre gereichen würde, geschaffen und verbreitet werde.

Adresse an Hrn. Adolf Wüllner zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 23. Juli 1906.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Die 50 Jahre, auf welche Sie an Ihrem heutigen Ehrentage zurückblicken, haben eine ungeahnte Entwickelung der Physik gezeitigt. Die Akademie beglückwünscht Sie dazu, daß Sie diese Entwickelung nicht nur erleben, sondern auch tätig mitbefördern durften.

Als Sie, ein 21jähriger, den Doktorgrad erwerbend, in die Gelehrtenwelt eintraten, hatten F. Neumann, W. Weber und G. Magnus das 50. Lebensjahr überschritten; eine jüngere Generation, Helmholtz, Kirchhoff, Clausius, stand, dem Mannesalter sich nähernd, auf dem Höhepunkt bahnbrechender Arbeit. Aus den wissenschaftlichen Strömungen und Ideen der hierdurch gekennzeichneten Periode erwuchsen die Anregungen und Anschauungen, denen wir in Ihren Werken begegnen.

Sehr glüklich war das Thema gewählt, welches Sie in Ihrer Doktordissertation behandelten und später in dem Magnusschen Laboratorium weiter ausführten: Über die Spannkraft der Dämpfe aus wäßrigen Salzlösungen. Die grundlegenden Ergebnisse dieser Untersuchungen führten Ostwald auf die erste Spur des von Raoult und van't Hoff erkannten und begründeten Gesetzes von der molekularen Dampfdruckerniedrigung und wurden von Helmholtz bei der Berechnung der elektromotorischen Kraft der Konzentrationselemente verwertet. Auch sonst dankt Ihnen die Wärmelehre manche wichtige Bereicherung; u. a. haben Sie mit Ihrem Schüler Bettendorf die von Kopp angezweifelte Verschiedenheit der spezifischen Wärme allotroper Zustände durch Versuche am Arsen endgültig erwiesen, die Schallgeschwindigkeitsmessung nach Kundt der Frage nach der Veränderlichkeit der spezifischen Wärme mit der Temperatur dienstbar gemacht und in Gemeinschaft mit Herrn Grotrian über die Dichte gesättigter Dämpfe erfolgreich gearbeitet.

Gleichzeitig lieferten Sie wertvolle Beiträge zur Optik, zunächst zu der Frage nach dem Zusammenhang zwischen Körperdichte und Brechungsexponent, alsdann besonders zur Spektralanalyse, auf welche Ihr Interesse durch die Entdeckungen BUNSENS und KIRCHHOFFS gelenkt wurde. Doch waren es besonders die abseits von dem BUNSEN-KIRCHHOFFschen Ideengang liegenden Untersuchungen HITTORFS und PLÜCKERS über die Spektra der Gase, an welche Sie anknüpften, und Ihre Arbeiten trugen wesentlich dazu bei, die Lehre der genannten Forscher, nach welcher ein Gas mehrere Spektren liefern kann, zur Geltung zu bringen.

Auch die Elektrizitätslehre verdankt Ihnen wertvolle Beiträge, besonders zur Kenntnis des Verhaltens schwach leitender Dielektrika gegen elektrische Kräfte, und so ist kaum ein Zweig der Physik von Ihren Forschungen unberührt geblieben.

Noch mehr kommt diese Vielseitigkeit Ihrer Interessen in Ihrem Lehrbuch der Physik zum Ausdruck, welches 4 Jahre nach Ihrer Promotion erschien. Wer vorher sich einen umfassenden Überblick über die Physik verschaffen wollte, war auf die Lehrbücher von BIOT-FECHNER und MÜLLER-POUILLET angewiesen. Das erstgenannte Werk gab eine vortreffliche Darstellung von den Anschauungen der Zeit, zu welcher es geschrieben war; diese Anschauungen waren aber in den 60er Jahren bereits vielfach veraltet. Das klar und anschaulich geschriebene Lehrbuch von MÜLLER-POUILLET wandte sich in seiner damaligen Gestalt an die weiteren Kreise derer, welche einer gründlichen Kenntnis der Elemente der Physik nicht entbehren können, ohne sich deshalb vorzugsweise dem Studium dieser Wissenschaft zu widmen. Es fehlte an einer zusammenfassenden Darstellung für diejenigen, welche, um Ihre eigenen Worte zu gebrauchen, »tiefer in das Gebiet des physikalischen Wissens eindringen wollten«, welchen daher an einer historischen Schilderung des Werdegangs der Wissenschaft, an einer vergleichenden Kritik der Theorien und vor allem an reichlichem Literaturnachweis gelegen war. Diesem Bedürfnis wurde durch Ihr Buch in ausgezeichneter Weise abgeholfen; die jüngere Generation ergriff daher begierig die in dem Werk gebotene Belehrung und dankt demselben die Einführung in die physikalische Wissenschaft. Daß es oft in Originalabhandlungen zitiert wird, ist bezeichnend für seinen Wert. Es war gewiß eine ebenso schwierige wie anziehende Arbeit, der raschen Entwickelung der Wissenschaft in den neuen Auflagen zu folgen, eine Arbeit, die durch Ihre glückliche Anlage, das Neue leicht und willig aufzunehmen, wesentlich gefördert wurde. Auch mag dabei der rege Verkehr mit den jungen und ausgezeichneten Kräften erfrischend auf Sie gewirkt haben, welche Sie

mit großer Menschenkenntnis heranzuziehen und nach Abgabe an bedeutende Lehrstühle zu ersetzen wußten. Die 5. Auflage Ihres Lehrbuchs aus den 90er Jahren schließt ab vor RÖNTGENS Entdeckung. Mögen Sie uns bald in einer neuen Auflage mit einer Darstellung des Zeitalters der neuen Strahlen und der Radioaktivität beschenken.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Der Strelasund und Rügen.

Eine tektonische Studie.

Von Prof. Dr. W. Deecke
in Greifswald.

(Vorgelegt von Hrn. Branco am 5. Juli 1906 [s. oben S. 563].)

Seit zwanzig Jahren beschäftige ich mich mit den Lagerungsverhältnissen der Insel Rügen und habe in einer Reihe von Aufsätzen verschiedener Art, vor allem zusammenfassend in dem Geologischen Führer durch Pommern meine Ansicht zum Ausdruck gebracht. Diese geht dahin, daß Rügen ein Schollenland ist, beherrscht vom herzynischen System, das sich in Brüchen auf Jasmund und Wittow, in der Richtung der Jasmunder Boddenlinie, in der Erhebung der Kreide im südwestlichen Teile bei Samtens und Garz und schließlich im Strelasunde ausgeprägt. Nur auf Jasmund sind diese Spalten wirklich zu sehen; daß auch der NW–SO laufende, die Insel und das Festland trennende Sund gleichfalls ein Bruch sei, war bisher allein aus der Richtung und aus dem Solquellenphänomen erschlossen. Ein wirklicher Beweis lag nicht vor.

Im Spätsommer 1905 erhielt ich nun von Hrn. Dr. Elbert eine Reihe von Kreideproben, die bei Altefähr, Stralsund gegenüber, in 35 m Tiefe erbohrt seien. Nach mannigfachen vergeblichen Erkundigungen erfuhr ich endlich, daß es sich um einen Brunnen auf dem Bahnhof Altefähr handelt, ausgeführt durch Hrn. Wahl in Stralsund. Das mir in liebenswürdigster Weise von der Kgl. Eisenbahnbetriebsinspektion I zur Verfügung gestellte Profil lautet:

0.00— 1.80 m Aufschüttung.
1.80— 2.75 » Lehm.
2.75— 4.20 » Moorboden.
4.20— 4.70 » Schlick.
4.70— 6.30 » Blauer Ton (3. Gesch. Mergel).
6.30— 7.00 » Scharfer Sand.
7.00—19.00 » Blauer Ton (2. Gesch. Mergel).
19.00—20.00 » Gelber Ton.
20.00—22.80 » Desgl.
22.80—25.35 » Scharfer Sand und Kies.
25.35—32.10 » Blauer harter Ton (1. Gesch. Mergel).
32.10—32.90 » Moorboden.
32.90—33.00 » Feiner Sand.
33.00—33.60 » Kreidesteine.
33.60—35.20 » Kreide.

Proben hatte ich von 32.90 bis 35.20 m. Der »feine Sand« ist ein loser, mittelkörnig bis feiner Glaukonitsand mit Eisenkieskonkretionen, also kein Diluvium mehr. Die Kreide erwies sich als typisches Oberturon, wie ich es aus der Gegend südlich von Demmin bei Peselin, Marienhöhe, Siedenbüssow und Wietzow kenne. Die Kreide war weiß, hart, stark verkieselt, voll von Hohlräumen aufgelöster Schwammnadeln. Die harten Knauern in derselben sind typische hellgraue, geflammte Feuersteine. Fossilien wurden leider nicht gewonnen, aber der Gesteinscharakter ist so überzeugend, daß an dem Alter kein Zweifel sein kann. Unter allen Umständen ist es eine andere Kreidelage als auf Jasmund und Arkona, und was für die hier zu behandelnden Fragen ausschlaggebend ist, auch eine ältere Lage als die gerade gegenüber auf der Westseite des Sundes in der Stadt Stralsund und bei Franzenshöhe wiederholt erbohrten Kreideschichten.

Auf dem Festlandsufer haben wir Kreide in Stralsund:

1. Schloßbrauerei	in 60 m Tiefe
2. Auf dem Bahnhof	» 58 » »
3. Am Triebseeser Tor	» 63 » »
4. Am Neuen Markt	» 57 » »
5. An der Jakobikirche	» 53 » »
6. In der Frankenkaserne	» 52 » »
7. Am Semlower Tor	» 52 » »
8. Auf dem Dänholm	» 58 » »

Da die Oberfläche um etwa 10 m schwankt, so liegt die Oberkante der Stralsunder Kreide fast horizontal. Aber südlich von der Stadt, auf dem Hügel der Bockbrauerei bei Franzenshöhe (16 m über NN), fand sich die Schicht erst bei 81 m und hielt bis 180 m an, wo eine Einschiebung von Diluvium sichtbar wurde, mit Diluvialkies und Feuersteinkonglomerat. Erst bei 185 m folgte wieder bis 200 m die Kreide. Dieses letzte Bohrloch habe ich in allen Proben studiert, und es kann keine Frage sein, daß Rügener Obersenon angetroffen wurde; das gleiche gilt von dem Bohrloch auf dem Bahnhof, und daraus schließe ich, daß auch die übrigen nachgewiesenen Kreidelagen in das Obersenon zu stellen sind. Daß sogar die Kreide des Dänholm dahin zu rechnen ist, die am meisten Altefähr benachbart liegt, wurde durch die Übereinstimmung der Höhenlage auf der Insel und unter der Frankenkaserne recht wahrscheinlich.

Wie steht es nun mit den geologischen Beziehungen zwischen der Kreide rechts und links von der Meerenge? Ich bin der Meinung, daß zwischen Altefähr und Dänholm ein Bruch mit NW–SO gerichtetem Streichen hindurchzieht. Nach einer früheren Berechnung haben wir das Senon in Pommern auf etwa 300 m Mächtigkeit zu veranschlagen, und die Sprunghöhe dieser Verwerfung würde wohl

damit entweder gleichzusetzen sein oder, da die Dicke des Obersenons rund 200 m beträgt, mindestens 100—120 m messen. Mit Sicherheit läßt sich das nicht bestimmen, weil die Stralsunder Kreide nicht durchbohrt und bei Altefähr nicht das allerhöchste Oberturon mit den schwarzen, weiß gesprenkelten Feuersteinen, sondern etwas tiefere Lagen entdeckt wurden, drittens weil das Untersenon so wenig bekannt ist. Immerhin bliebe eine recht bedeutende Verschiebung übrig.

Für die Existenz eines Bruches lassen sich ferner folgende Beweisgründe vorbringen. Zunächst sahen wir ja schon, daß in dem Franzenshöher Bohrloch eine schieffallende bis 180 m unter Tag reichende Kluft beobachtet ist. Zweitens ist der gesamte tiefe Untergrund der Stadt von 3—4 prozentiger Sole durchtränkt, die nicht aus der weißen Kreide, sondern wie sonst überall in Vorpommern aus wesentlich tieferen Schichten aufsteigt und sich nur oberflächlich verbreitet. Wir finden sie in ganz Vorpommern immer in der Nähe ähnlicher vermuteter herzynischer Klüfte. In der direkten Verlängerung dieses Risses erscheint Sole bei Mesekenhagen, Greifswald, Koblenz, in der Pasewalker Gegend und bei Stettin. Drittens zeigt sich die Zerklüftung des Sedimentgebirges an der Verteilung der Geschiebemergel. Letzterer erscheint nicht etwa, was eigentlich zu erwarten wäre, als gleichmäßige Decke, sondern in eigenartigen langgestreckten, ebenfalls herzynisch orientierten Streifen. Zwischen diesen Rücken windet sich von der Prosnitzer Schanze aus das tiefere Fahrwasser flußartig hindurch, indem besonders der westliche Geschiebemergelstreifen (Dänholm – Drigge – Deviner Ziegeleien – Niederhof) zweimal durchbrochen wird. Parallel zu jenem ist die Linie Prosnitzer Schanze–Wampen unterseeisch noch weiter nördlich zu verfolgen. Beim Baggern des Stralsunder Fahrwassers stoßen die Vertiefungsarbeiten an manchen Stellen, z. B. in der Vierendehlrinne, auf größere Schwierigkeit; beide Mergelzüge setzen sich unter dem Wasser fort und treten dann auf dem Westufer bei Parow und Barhöft wieder deutlich heraus, lassen sich bei diesem Vorgebirge sogar noch unterseeisch nach N verfolgen. Die eigentliche Grenze Rügens sehe ich in der Furche bei Altefähr, in der Wamper und Gustower Wiek und dem Rest der Meerenge bis zum Greifswalder Bodden. Dies ist genau die Linie, welche der vermuteten Verwerfung entspräche.

Viertens kommt die allgemeine Verteilung der tieferen Sedimente in Betracht.[1] Gehen wir vom Strelasund nach NO, also senkrecht auf den Bruch, so gelangen wir nach 6 km in eine wieder NW–SO lau-

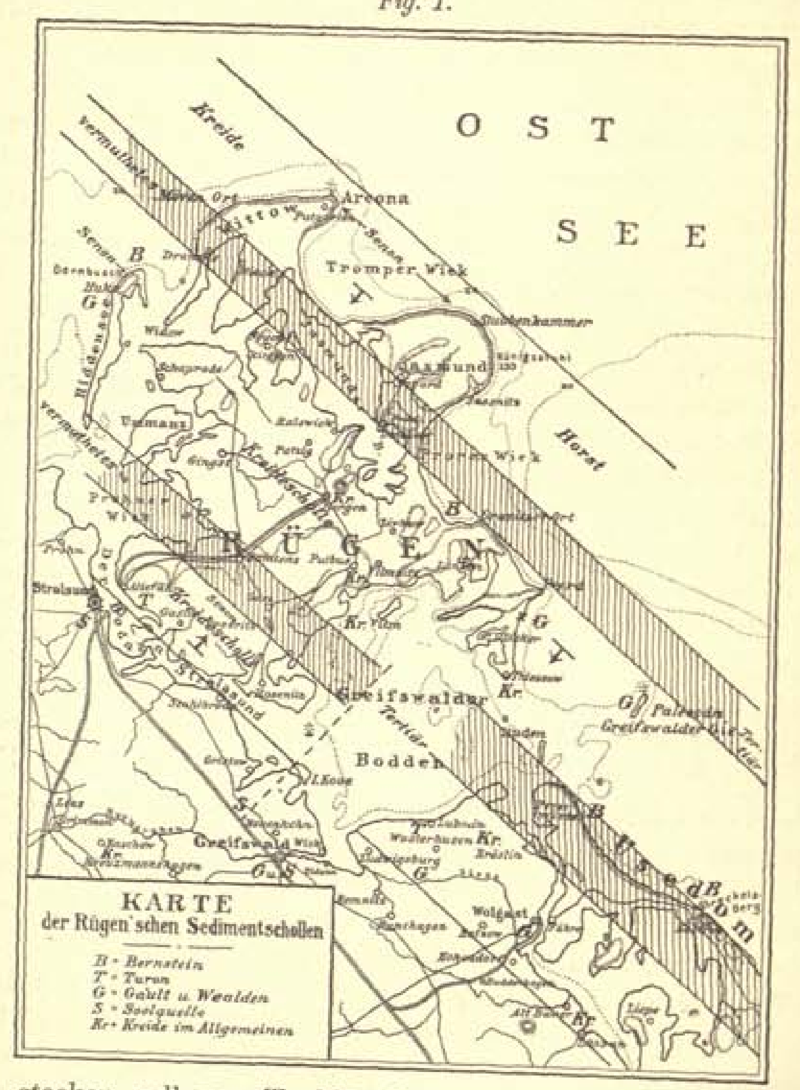
[1] Eine tabellarische Zusammenstellung der vordiluvialen Sedimente und eine Eintragung auf eine Übersichtskarte Rügens befindet sich in H. Klose, Die alten Stromtäler Vorpommerns, IX. Jahresber. d. Geogr. Gesellsch., Greifswald 1905.

fende Zone obersenoner Kreide. Dies ist die Gegend von Dumsevitz, Zeiten, Stubben, Frankenthal, wo überall das Senon mit dünnem, diluvialem Schleier bedeckt ist und dadurch eine ganz ausgesprochene Kuppenlandschaft hervorbringt, die schon äußerlich die aufgestauchten inneren Sedimentkerne erkennen läßt und in den Aufschlüssen bei Dumsevitz und Stubben den vermuteten, Jasmund ähnlichen Bau wirklich zeigt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß dieses Obersenon als Hangendes zu dem Turon von Altefähr gehört, also ein sanftes Fallen gegen NO vorherrscht; denn einerseits sinkt die Kreide bei Samtens und Putbus, d. h. weiter gegen NO um 30—40 m zur Tiefe ab, und andererseits ist die Gegend zwischen Bergen und Garz in allen Kiesgruben ungewöhnlich reich an alttertiären gerollten Versteinerungen. Die bekannten losen Turritellen aus der Gruppe von *Turr. imbricataria* wurden in den letzten zwei Jahren beim Kiesgraben im Åsrücken von Garz händeweise gefunden, so daß ich schon längere Zeit im mittleren Rügen einen Streifen dieses Alttertiärs vermutete. Damit würden die auffallende Verschmälerung der Insel durch das Eingreifen des Kubitzer und Rügischen Boddens von NW und SO her und die selbständige Stellung des südwestlichen Rügens übereinstimmen. Es greift das Meer von beiden Enden in diese tiefere Tertiärsenke ein. Ich nenne die Kreidescholle im Südwesten Rügens die Poseritzer Scholle, den Tertiärstreifen die Gingster Mulde, um für die folgenden Betrachtungen kurze Namen zu haben.

Mönchgut, Bergen und der Dornbusch auf Hiddensee bezeichnen eine zweite Kreidescholle. In Thiessow ist Kreide bei —40 m erbohrt, in Zicker kommt solche unter dem Diluvium zutage, vielleicht als aufgepflügte, aber nicht allzuweit verschleppte Scholle, ebenso am Steilufer der Granitz, am Nonnensee bei Bergen, endlich am Dornbusch auf Hiddensee, und durch Bohrung wurde sie im Untergrunde von Vitte auf Hiddensee gefunden. Ob alle diese Punkte Mukronatenkreide im engeren Sinne sind, weiß ich nicht, bezweifle es sogar. Granitz und Hiddensee gehören aber zur jüngsten rügischen Kreideformation. Dieser Streifen mag als Scholle von Bergen bezeichnet werden; sie gibt die größte Ausdehnung Rügens in NW–SO-Richtung. Ihr parallel läuft der letzte der Jasmunder Kreiderücken, der die höheren Teile von Jasmund und Wittow–Arkona zusammensetzt. Mannigfach gestaucht und zerbrochen, besitzt er eine scharf ausgeprägte Abdachung gegen SW, versinkt unter Diluvium bei Putgarten und Sagard mit der äußersten Tiefenlinie des Jasmunder Boddens, deren Längserstreckung ebenfalls herzynisch ist. Ich vermute, daß diese gegen Bergen geböschte Seite der Jasmunder Kreide in der Tiefe noch Tertiär besitzt. Wieder sind bei Sagard die Turritellen

in allen Kiesgruben vorhanden und sind sogar schon 1854 von von Hagenow erwähnt und bei der Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Greifswald vorgelegt. Dazu gesellen sich viele Exemplare der verkiesten, in Limonit umgewandelten paleozänen Spongien (sog. *Ophiomorpha nodosa* Nilss.). Die ältesten Geschiebe-

Fig. 1.



mergel stecken voll von Tonblättchen und enthalten die Diatomeen des Moler. Endlich sind Tertiärtone am Ende der Reddevitz und bei Gobbin und Wobbanz früher zu Ziegeln verarbeitet worden. Ich will dieses Tertiär den Lietzower Streifen nennen.

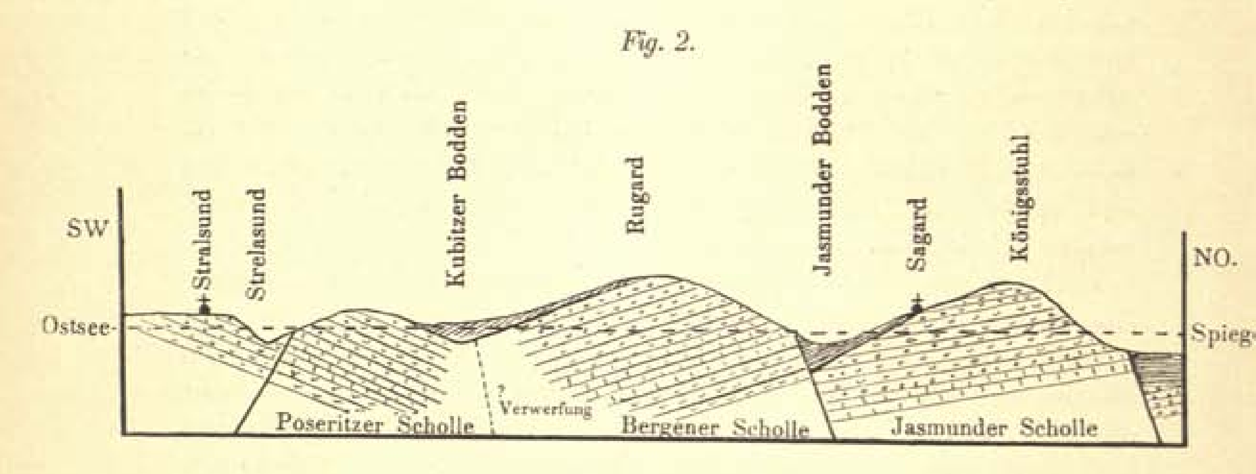
Das gesamte System Rügens bricht auf Arkona und an der Stubbenkammer-Küste mit glattem NW–SO streichenden Steilrande zur Tiefe ab.

Eine Stütze findet diese tektonische Gliederung der Insel in dem merkwürdigen Verhalten der magnetischen Kurven. Nach den Beobachtungen A. Schücks macht die Deklinationslinie von der W-Seite Rügens her eine höchst sonderbare Ausbiegung gegen SO, und zwar gerade in die Furche des Jasmunder Boddens hinein. Eine ähnliche Selbständigkeit besitzt Bergen im Mittelpunkte der Insel, da sich vom Vilm und Putbus eine besondere Kurve bis gegen Schaprode erstreckt, und zwar von Usedom her quer über den Greifswalder Bodden. Auch auf einer Isoklinenkarte ist der Rugard bei Bergen ein ausgezeichneter Punkt, der von seiner östlichen und westlichen Umgebung abweicht, also andere Struktur haben muß als diese. Schließlich sei darauf hingewiesen, daß der Strelasund bei den Schweremessungen auf der Linie Arkona–Elsterwerda sich als eine Stelle mit besonders geringer Gravitationskonstante im Vergleich zu Rügen und dem Festlande ergab, deshalb einen Knick in der Linie der störenden Massen zeigt, was ich in einem Aufsatze über diese Schwereverhältnisse der norddeutschen Ebene in völliger Übereinstimmung mit dem geologischen Bau an fast allen Kreuzungspunkten mit den herzynischen Hauptspalten wiederfand.

Interessant ist, weiterhin zu betrachten, wie sich diese Rügener Schollen in ihrer Verlängerung gegen NW und SO verhalten, mit anderen Worten, ob es wichtigere Elemente des Untergrundes sind. Die Jasmunder Scholle führt direkt auf Stevnsklint und Faxe zu, wo ebenfalls am O-Rande das Obersenon und Danien die Steilküste bilden. Diese Schichten dachen sich wie bei uns gegen SW ab und tragen auf dieser Flanke unter einer von Diluvium und alluvialen Produkten überschütteten Ebene einen die Insel Seeland durchquerenden Streifen von Paleozän. Das Lietzower Tertiär müßte nördlich von Hiddensee durchstreichen und liefert wahrscheinlich die Bernsteine, die gerade am Dornbusch immer wieder in stattlichen Stücken angeschwemmt werden. Dazu gesellt sich reichliches Paleozän in allen seinen Varietäten, als Grünsandstein, Echinodermenkonglomerat, Basalttuff (Zementstein des Moler). Die natürliche Fortsetzung wäre das Alttertiär im mittleren Seeland (Lellinge Grünsand usw.), das wir eben nannten und das eine völlige Übereinstimmung mit den Hiddenseer Geschieben zeigt. Die Verlängerung gegen SO führt auf die Greifswalder Oie, wo ja eine Schichtengruppe des Alttertiärs, die Tone mit den kalkreichen Basalttuffen, unter dem Diluvium zutage treten, und zwar in gestauchter Form an der Nordseite der Insel, d. h. ein wenig gegen Süden durch das Hauptinlandeis verschleppt. Die auf dem anderen Ende dieser Insel vorhandenen Einpressungen von Gaultsanden, Cenoman, unterem Obersenon weisen ebenso wie die Wealdenlappen im

Geschiebemergel bei Lobbe (Mönchgut) auf eine ganz erhebliche Verschiebung im Bereiche der Scholle von Bergen hin; indessen bin ich nicht in der Lage, diese genau kartographisch zu verzeichnen. Daß wir auch am Südende des Dornbusch auf Hiddensee die gleichen Wealdengesteine als Geschiebe ziemlich häufig antreffen, legt eigentlich für die Bergener Kreide ein ziemlich hohes Alter nahe. Leider habe ich, wie gesagt, die Kreideproben nicht gesehen, nur die am Nordrande des Streifens bei Granitzer Ort, Insel Pulitz und am Dornbusch entwickelten obersenonen eingeklemmten Massen. In zusammenhängenden Steilküsten kommt Kreide auf Möen heraus; denn Möen gehört augenscheinlich zur Bergener Scholle, was auch die 20-m-Tiefenkurve zeigt, die von dieser Insel über den Plantagenetgrund

Fig. 2.



auf den Dornbusch gegen SO direkt gerichtet ist. Diese Untiefe nordwestlich von Rügen, welche ich vor kurzem als Staumoräne auffaßte, wird damit als solche noch ein wenig mehr verständlich. Demnach hätten wir nordöstlich von Bergen gegen den Lietzower Tertiärstreifen vielleicht ältere, d. h. Gault- und Cenomanschichten mit gelegentlich entblößtem Wealden oder mit anderen Worten einen dem Strelasund entsprechenden Bruch. Daß dem so ist, schließe ich aus dem Vorkommen von Gaultsanden und Wealden in den Bohrlöchern von Heringsdorf und Swinemünde. Diese Aufschlüsse liegen nebst der Nordküste von Usedom direkt in der Linie Putbus–Vitte, liefern daher in beiden Orten Solwasser, so daß auch die Durchtränkung der bei Peenemünde erbohrten jüngeren Kreide dadurch klar wird. Dieser Kreidezone rechne ich ferner die Vorkommen des Vinetariffs und bei Koserow auf Usedom zu.

Der südwestlichste Teil Rügens, die Poseritzer Scholle, findet nach einer Unterbrechung im Greifswalder Bodden ihre Fortsetzung im Wusterhusener und Wolgaster Lande. Demgemäß ist die Dänische Wiek bei Eldena ein Teil des Strelasundes. Schon vor mehreren Jahren wies ich darauf hin, daß die Kreide bei Dietrichshagen und Koitenhagen und die Gault- bzw. Cenomanschichten bei Gustebin nicht konkordant liegen können, sondern daß in der Richtung der Dänischen Wiek ein Längsbruch durchlaufen muß. Aber damit allein ist es nicht getan; wir haben noch eine Querverschiebung etwa bei Palmerort und Zudar, wodurch die Erweiterung des Sundes zum Greifswalder Bodden verständlich würde. Denn bei Gustebin stehen unter dem Diluvium nicht etwa oberturone Schichten an, wie bei Altefähr, sondern Cenoman und Gault, auf welchen mit schwachem NO-Einfallen gegen den Bodden bei Lubmin Unter- und Mittelturon folgen. Also sind alle Schichten im Vergleich mit der Poseritzer Scholle etwas gegen NO vorgeschoben. Die älteren Grünsande wurden auch bei Wolgast erbohrt, etwas jüngere Kreide bei Mellenthin auf Usedom. Oberturon und unteres, grünsandartiges Obersenon kommt südlich von Swinemünde im Untergrunde der Kalkberge und am Golm vor. Also die Scholle von Poseritz ist gleichfalls bis zur Oderbucht zu verfolgen. Die Strelasundspalte läßt sich, wie oben bemerkt, durch die Solquellen nach SO über Mesekenhagen, Greifswald, Coblenz bis nach Stettin nachweisen. Bei Greifswald stecken cenomane Kreide und der ganze Sandkomplex des Gault und Neokom im Boden, auf denen mit südwestlichem Einfallen landeinwärts deutliche Reste denudierten Oberturons erhalten sind und weiterhin wahrscheinlich Obersenon folgt. Bei Anklam haben die Bohrungen für die Wasserleitung interglaziale Sande erschlossen, die vorzugsweise aus umgelagertem Gault bestehen; es soll sogar an einem nicht näher zu bestimmenden Punkte in der Nähe dieser Stadt Sole angetroffen sein.

Zwischen der Poseritzer Scholle und den Hügeln von Bergen unterschied ich eine Tertiärmulde von Gingst. Auch diese kann man gegen SO in Spuren nachweisen. An der Südküste des Greifswalder Boddens kommen bei Lubmin massenhaft die dunkeln Basalttuffe vor, bei Peenemünde wird jahraus, jahrein Bernstein in großen Mengen angeschwemmt, ja, in den Dünen bei Carlshagen haben zeitweilig Bernsteingräbereien bestanden. Der gesamte Geschiebemergel bei Wolgast ist mit Tonblättchen durchsetzt, die aus der unmittelbar nordöstlich vorliegenden Gegend stammen müssen, und bei Cröslin ist in 60 m Tiefe wirklich ein Tertiärton erbohrt, der vielleicht zum Paleozän gehört. Diese Senke, welche ja im Umriß von Rügen scharf hervortritt, macht sich auch auf Usedom geltend. Die sonderbare

Tiefenzone des Achterwassers und der Seen im östlichen Usedom, durch die die Insel den zerlappten Umriß und die eigenartige Gestalt empfängt, ließe sich ohne Schwierigkeit als die Fortsetzung der Gingster Tertiärmulde auffassen und erklären. Damit würde harmonieren, daß gypshaltige plastische Tone wirklich schon vor 50 Jahren am Gothensee beobachtet sind.

Infolge der oben erwähnten Querverschiebung im Greifswalder Bodden greift dieses Tertiär über die Poseritzer Scholle bis an die Strelasundverwerfung vor. So wurde beim Brunnenbohren in Jager, nördlich von Greifswald, mächtiger, plastischer, glimmriger Ton von 60—100 m unter der Oberfläche angetroffen, aber nicht durchsunken. Massenhaft liegen in den jüngeren, diluvialen und postdiluvialen Sedimenten der Ryckmündung eigenartig gerollte senone Flinte, die sogenannten Wallsteine Meyns. Nach den gelegentlich anhaftenden und in den Vertiefungen sitzenden Resten von Grünsand müssen diese Steine einer Brandungszone des sandigen Tertiärmeeres an einem Kreideufer entstammen. Das einfachste ist, an das Alttertiär zu denken; im Mittel- und Oberoligozän ist für diese Konglomeratbildung kein Platz noch weniger im Miozän. Aber im Paleozän haben wir die Echinodermenkonglomerate als typische Auswaschungsrückstände von Kreideklippen. Zahlreiche kalkige, schon deutlich kristalline Platten von Seeigeln und Seesternen, Schalentrümmer von Brachiopoden, Bryozoen usw., also der ganz grobe Schlämmrückstand der weißen Kreide ist in Grünsandstein mit Foraminiferen, Haifischzähnen, tertiären Muscheln und *Sphenotrochus*-Individuen eingebettet. Wo sind die Feuersteine der denudierten Kreidesteilufer geblieben! Diese sehe ich in den bei uns lose so viel vorkommenden Wallsteinen, den zerstörten, wahrscheinlich lockeren paleozänen Strandwällen. Diese Feuersteine sind oft eigentümlich grün und mit Glaukonit bzw. Phosphorit in ihren Löchern ausgekleidet. Wir vermögen diese Steine bis Hinterpommern zu verfolgen, ich habe solche in großer Zahl z. B. aus Rummelsburg zur Ansicht empfangen.

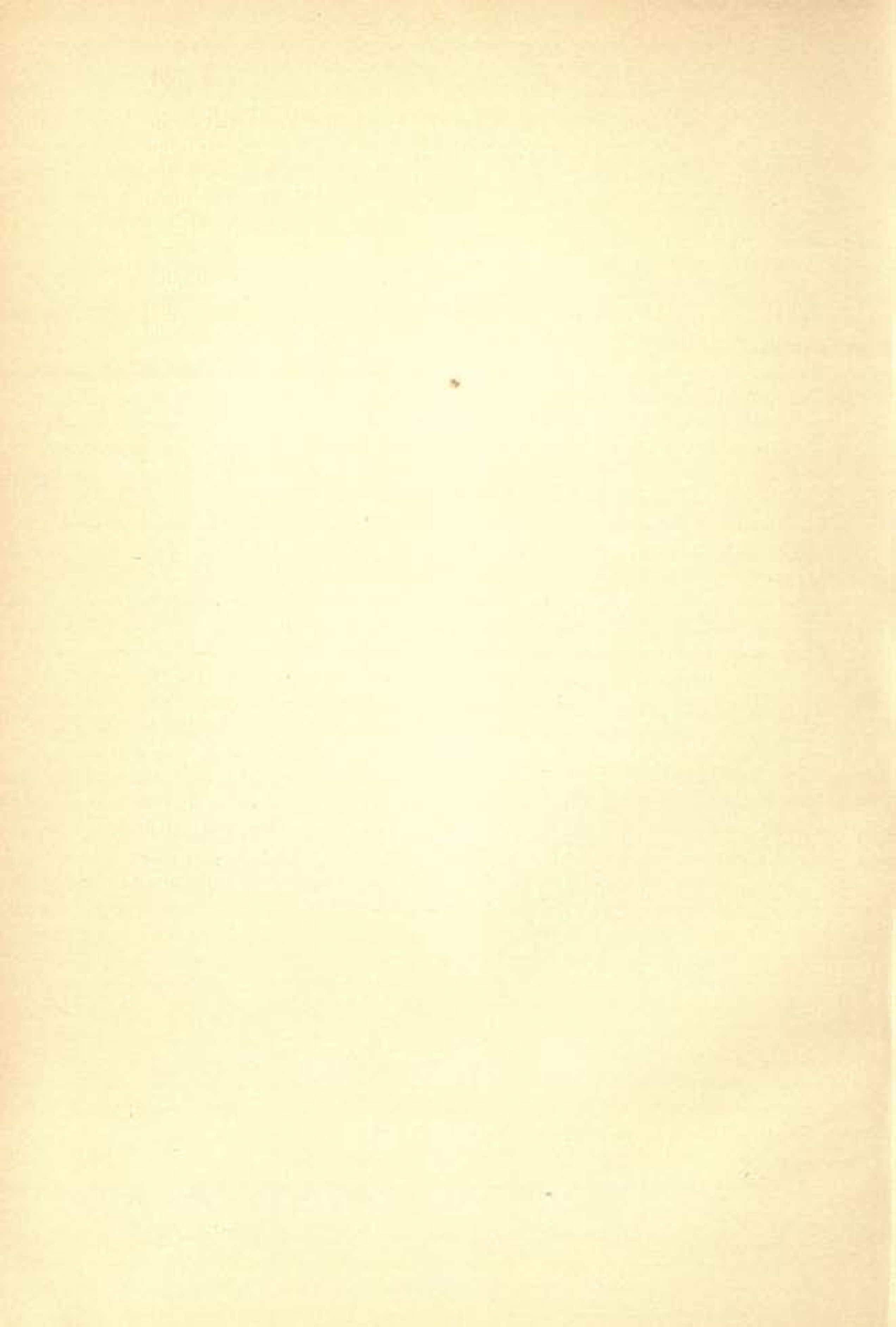
Diese gesamte Ausbildung des Paleozäns, die sich nach den Beobachtungen Grönwalls ganz ebenso in Dänemark wiederfindet, läßt mit Sicherheit schließen, daß ein Teil der hier besprochenen Verschiebungen der westlichen Ostsee in den Zeitraum zwischen Obersenon und Londonstufe fällt. Schon die verschiedenartige Fazies des Danien deutet auf beträchtliche Höhenunterschiede in dem bis dahin einheitlicheren Kreidemeere hin. Diese tektonischen Vorgänge waren begleitet von den Basaltdurchbrüchen in Schonen, da sich ja in dem Zementstein Jütlands und der Greifswalder Oie das Basaltglas als wesentlicher Bestandteil nachweisen läßt. Die Bodenbewegungen haben

sich im jüngeren Tertiär mit schwankendem Sinne teils positiv, teils negativ wiederholt und bedeutende Sprunghöhen erzeugt. Bei Treptow a. T. liegt Septarienton mit etwa 200 m Dicke ziemlich hoch bei zutage tretender mittlerer und unterer Kreide, und in der gesamten Zone von Treptow über Rothemühl bis nach Stettin macht das Mitteloligozän durchaus den Eindruck einer in tektonischer Senke abgelagerten Sedimentreihe, die gerade wegen ihrer schon ursprünglich tiefen Lage der Abrasion durch das Inlandeis entging. Die letzten Ausläufer dieser Graben- und Horstbildung stellen die junginterglazialen Spalten Rügens und des Strelasundes dar, und die Verschiebungen gingen im Diluvium und während der Litorinasenkung weiter.

Rügen gehört, das ist kaum zu bezweifeln, zu der dänischen Zone der Ostsee. Wollin und Hinterpommern sind ein anderes Gebiet, geschieden durch die von mir schon mehrfach geschilderte Oderbuchtspalte, welche am Westrande von Bornholm entlangzieht. Während wir nämlich die genannten Rügener Schollen nach Möen und Seeland verlängern können, gelingt dies nicht im SO über die Oderbucht hinaus. Auf Wollin ist bisher kein Obersenon bekannt, nur Ober- und Mittelturon, vielleicht Cenoman. Die Juraschollen des Kamminer Gebietes finden kein Analagon weder auf Rügen noch in Dänemark; die Solquellen Hinterpommerns nehmen eine andere Richtung an — kurzum, die bisher erkennbare Struktur des hinterpommerschen Bodens weicht in vielen Zügen von der westlich ermittelten ab. Dagegen ordnen sich alle bisher bekannten Beobachtungen ungezwungen in das Schema ein, welches in Rügen drei herzynisch streichende Schollen des Kreidegebirges mit zwei dazwischenliegenden verdeckten oder meist abgetragenen Streifen des Alttertiärs annimmt. Umriß, Relief, Geschiebeführung des Diluviums, das lokale Auftreten der Bernsteine und Basalttuffe, Schweredifferenzen und erdmagnetische Störungen finden alle zusammen in einer derartigen Tektonik eine vorläufig durchaus befriedigende Erklärung.

Ausgegeben am 26. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



...DIRECTOR GENERAL OF ARCHÆOLOGY
Libr. Regr. No. 27c/08
INDIA

SITZUNGSBERICHTE 1906.
XXXVII.
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

*1. Hr. Wilhelm Schulze las über die Stellung des Possessivpronomens in den germanischen und den romanischen Sprachen.

Die Nachstellung des Possessivpronomens war einmal bei den Romanen und den Ostgermanen allgemein, bei den Westgermanen nur im Vocativ üblich. Die heute innerhalb der westeuropäischen Culturgemeinschaft, wenn auch nicht ohne Einschränkung herrschende Gewohnheit, das Pronomen dem Substantivum vorangehen zu lassen, hat sich wahrscheinlich unter dem Einflusse der Deutschen und ihrer Sprache durchgesetzt.

2. Hr. Ed. Meyer legte im Auftrage der Verfasserin das der Akademie überreichte Werk 'Champollion. Sein Leben und sein Werk' von H. Hartleben. 2 Bände. Berlin 1906 vor.

3. Hr. Sachau legte vor Ibn Saad, Bd. IV Th. 1, Biographien der Muhâğirûn und Anṣâr. Herausgegeben von Julius Lippert. Leiden 1906.

4. Hr. Conze legte das 15. Heft der im Auftrage der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien herausgegebenen 'Attischen Grabreliefs' vor. Mit dem Hefte schliesst der dritte Band des Werkes, und die zweite und Hauptperiode dieser Denkmäler, von den Perserkriegen bis zu Demetrios von Phaleron, ist damit beendet.

Zur Szenenführung bei Shakespeare.

Von Alois Brandl.

(Vorgetragen am 12. Juli 1906 [s. oben S. 585].)

Das Buch von Rudolf Hirzel 'Der Dialog' hat einen sehr anregenden Titel. Bevor ich noch die lange Aufzählung antiker Zwiegespräche und neuerer Nachahmungen durchsah, die es enthält, in großer Quantität und doch mit bemerkenswerter Vernachlässigung der Renaissancezeit, hatte mich der Titel über die Art nachdenklich gemacht, mit der ein Dialog angesponnen, gewendet und abgerundet werden kann. Bei dieser Qualitätsstudie faßte ich von vornherein weniger die lehrhaften und satirischen Dialoge ins Auge, mit denen sich Hirzel im wesentlichen beschäftigt, als vielmehr die dramatischen, weil sich in diesen am meisten Kunst ausprägt; und unter den dramatischen glaubte ich wieder die in den Tragödien Shakespeares in den Vordergrund stellen zu müssen, denn Shakespeare hat die Kunst des Dialogs am feinsten und wirksamsten entwickelt, in den Tragödien noch stilgerechter als in den Komödien. Sein Theater bot ihm dafür große Vorteile und Anregungen: die Menge der Personen auf der Bühne, die Mischung von Helden und Spaßmachern, namentlich aber die unmittelbare Vorführung aller wichtigeren Begebenheiten, wie sie der Zuschauer der Elisabethzeit forderte, während sich die Teilnehmer an altgriechischen Bühnenfestspielen vielfach mit dem Botenbericht begnügen mußten. All das befähigte und zwang ihn zu kühnen Weiterbildungen der Dialogtechnik. Unsere eigenen deutschen Dramatiker sind in dieser Hinsicht sämtlich bei ihm in die Schule gegangen, je bedeutender sie sind, desto fleißiger.

Vorbedingung jeder Forschung ist, daß man das Material in Gruppen teilt. Diese Grenzlinien sind so unreal wie die Meridiane und Parallelkreise; sie werden auch von der Natur niemals anerkannt, die vielmehr Stein- und Pflanzenreich, Pflanzen- und Tierreich mit allerlei Brücken verbunden hat; dennoch ist eine solche Einteilung unerläßlich, und eine gute Einteilung ist bereits der halbe Erfolg. Beim Dialog glaubte ich von den verschiedenen Zwecken ausgehen zu sollen,

denen er im Drama zu dienen hat. Von einer Reihe Dialoge ist ohne weiteres klar, daß sie lediglich dazu angebracht sind, Stimmung zu machen; das gilt z. B. in 'Richard III.' von den Geistern, die den beiden Königen in der Nacht vor der Entscheidungsschlacht erscheinen; in 'Julius Cäsar' vom Geiste, der sich dem Brutus zeigt vor der Schlacht bei Philippi; vom Weidenliede der Desdemona vor ihrer Ermordung; von vielen Trauerfeiern für gefallene Helden am Schlusse der Dramen. Diese Szenen fördern nicht die Handlung und informieren uns nicht über bisher unbekannte Verhältnisse; man könnte sie ohne Schaden für das Verständnis entbehren, würde dann aber das Stück merkwürdig kahl finden; es sind ihrem ganzen Ziele nach Stimmungsszenen. Goethe hat bereits ihren poetischen Wert erkannt und sie mehrfach nachgebildet, so in der Zigeunerszene des 'Götz', in Gretchens Gebet zur Dolorosa und ihrer Ballade vom König in Thule. — Eine zweite Gruppe kann man als Entschließungsszenen bezeichnen. Ihr Zweck ist Entwicklung der Fabel, aber nicht durch promptes Handeln oder Berichte von Handlungen, sondern durch eine Skala des Abwägens und Wollens von seiten einer oder mehrerer bedeutsamer Personen. Ein längeres Spiel der Selbstbestimmung ist für sie charakteristisch. Die Taten dürfen nicht als selbstverständlich, als bloße Folge von Verhältnissen oder Impulsen erscheinen. Die Abdankung Richards II. mag mit noch soviel Lyrik angefüllt sein, ihr eigentlicher Gegenstand ist doch das Schwanken, Zaudern, Nachgeben, Widerstreben des Helden. Ebenso gehört die Werbung Richards III. um Anna hieher, trotz der exponierenden Andeutungen, die eingestreut sind; die Leichenrede des Antonius; die Verstoßung Cordelias, kurz die meisten der großen Szenen, die den Namen Shakespeares berühmt gemacht haben. — Eine dritte Klasse bilden dann alle jene Szenen, die zur Vorführung oder auch zur bloßen Erzählung von Begebenheiten oder Verhältnissen da sind, ohne Richtung auf einen umständlichen Entschluß; sie mögen unter der Bezeichnung Informierungsszenen zusammengefaßt werden. Solche sind z. B. der Straßenauflauf zu Anfang von 'Romeo und Julia' — er entzündet sich, ohne daß jemand eine ernstliche Überlegung anstellt, alle Personen handeln wie aus Instinkt; auch der Botengang der Amme zu Romeo; die Überbringung der Strickleiter; die Meldung, daß der Brief des Mönches an Romeo wegen der Pest nicht bestellt werden konnte; ja noch der Selbstmord der Liebenden am Ende des Dramas in der Gruft, denn sobald sie erwachen und ihre Lage erkennen, gibt es kein Überlegen oder Zaudern, nur eine Empfindung und einen raschen Schritt aus dem Leben. — Man könnte versucht sein, diese drei Gruppen lieber als die lyrische, die dramatische und die epische zu bezeichnen. Aber zu den Stimmungsszenen

gehören nicht bloß solche von lyrischem Ton, sondern auch humoristische, z. B. die mit den Musikanten bei Julias Scheintod, die mit den Totengräbern vor dem Schlußakt des 'Hamlet'. Die Entschließungsszenen sind die eigentlich dramatischen, wie bereits Otto Ludwig andeutet, wenn er sagt: 'Die Hauptsache im Drama ist doch nicht die Handlung, sondern das dramatische Gespräch'; aber es ist mißlich, nur einige Szenen eines Trauerspiels als dramatisch zu buchen und alle anderen, mögen sie noch so passend, wirksam und unentbehrlich sein, gewissermaßen als fremde wegzuschieben. Am ehesten würde der Name episch auf die Informierungsszenen passen, obwohl man dann versucht sein könnte, vorwiegend an Botenerzählungen zu denken. Genug, wenn diese Erörterung es etwas deutlicher macht, was mit der Einleitung gemeint ist.

Eine reinliche Sonderung der drei Klassen ist um so eher durchzuführen, je enger man den Begriff 'Szene' umgrenzt. In den landläufigen Shakespeare-Ausgaben umfaßt die 'Szene' nicht selten einen drei- und viermaligen Personenwechsel; dies hat jedoch keinerlei historischen Wert, da die Szenenabteilung gewöhnlich erst von den Herausgebern der Dramen herrührt. Besser ist es, in deutscher Weise 'Auftritte' zu unterscheiden, denn solange dieselbe Person oder dieselbe Personengruppe auf der Bühne steht, pflegt Shakespeare auch den Zweck der Szene festzuhalten. Anna klagt an der Bahre des Gatten: lyrisch; Richard III. tritt hinzu: Werbung und Entschluß; Anna zieht weiter: ironischer Nachklangsmonolog Richards. Ein Bühnenbild, ein Ziel der Szenenführung: das ist die Regel, und sie trägt nicht wenig dazu bei, Shakespeare das zu verleihen, was man 'Stil' nennt. Vielleicht hängt es damit zusammen, daß z. B. auf die Liebeslyrik Romeos und Julias nach der ersten Begegnung (A. II, Sz. 2) nicht unmittelbar der Trennungsentschluß gesetzt wird, sondern daß eine Unterbrechung dazwischenrückt: Julia wird von der Amme ohne ersichtlichen Grund abgerufen, Romeo bleibt für einige Verse allein; also zuerst Stimmungsszene, dann — sorgsam davon gesondert — Entschließungsszene.

Im übrigen darf man bekanntlich in literarhistorischen Dingen niemals dieselbe exakte Abgrenzung erwarten wie bei naturwissenschaftlichem Material oder gar wie in der Mathematik.

Hiemit hat sich das Problem des Dialogs bei Shakespeare, von dem ich ausging, von selbst verschoben zu dem der Szenenführung; denn auch die Monologe zerfallen in solche, die der Stimmungsmalerei dienen, z. B. Macbeths Rede an den Dolch, unmittelbar bevor er an die Ausführung der bereits beschlossenen Tat geht; in Entschließungsmonologe, z. B. Brutus 'It must be by his death'; und in informierende, z. B.

Richard III. über die vorhandene Situation zu Anfang des nach ihm genannten Stückes ('Now is the winter of our discontent'). Allerdings ist die Zahl der rein informierenden Monologe gering und ihre Beschaffenheit naturgemäß meist von jener konventionellen Art, wobei der Sprechende eigentlich nicht für sich, sondern für die Zuhörer sich erschließt.

Die nähere Durchprüfung der drei Gruppen von Szenen muß sich nun erstrecken: auf den Platz, den Shakespeare jeder in seinen Tragödien einzuräumen pflegt, auf ihren inneren Bau, auf die Auslese der sprechenden Personen und auf die Vorstufen, aus denen sie sich bis herab zu Skakespeare entwickelten.

Die Stimmungsszene hat ihren Platz entweder unmittelbar vor oder unmittelbar nach einem wichtigen Ereignis, d. h. entweder proklitisch als Vorbereitung oder enklitisch zu eindringlicher Nachwirkung; in keinem sicheren Falle steht sie allein.

Zum Zwecke der Vorbereitung ist sie besonders in den Jugendtragödien sorgsam verwendet. In 'Romeo und Julia' z. B. haben wir die seufzenden Liebesschwärmereien des Helden für Rosalinde knapp vor der Werbung des Paris um Julia (A. I Sz. 1 Ende); die launigen Reden des Mercutio über Queen Mab und die Scherze der Diener vor der verhängnisvollen ersten Begegnung Romeos mit Julia (A. I Sz. 4 und Anf. 5); den Spott des Mercutio und die begeisterte Liebeslyrik Romeos vor seinem Heiratsentschluß (A. II Sz. 1 und Anf. 2); den ahnungsvollen Monolog des Mönches vor seinem Eingreifen in die Handlung (A. II Anf. Sz. 3); die Späße zwischen Romeos Kameraden, der Amme und dem Clown Peter vor der Verabredung für die Liebesnacht (A. II Mitte Sz. 4); die Sehnsuchtsmonologe Julias, bevor sie von der Amme die Botschaft davon und die Strickleiter erhält (A. II Anf. Sz. 5 und A. III Anf. Sz. 2); den berühmten Abschied Romeos mit Nachtigall und Lerche, unmittelbar bevor Julia von ihren Eltern zur Heirat mit Paris gezwungen wird (A. III Sz. 5); das schaudernde Selbstgespräch Julias, bevor sie die Phiole leert (A. IV Ende Sz. 3); die lustigen Vorbereitungen zur Hochzeit, bevor man die Braut scheintot findet (A. IV Sz. 4); die ahnungsvolle Morgenstimmung Romeos, bevor er vom Tode Julias hört und das Gift kauft (A. V Anf. Sz. 1); endlich die Trauergedanken des Paris in der Gruft, bevor er von Romeo erstochen wird (A. V Anf. Sz. 3). Es geht in dem ganzen Stück bis knapp zur Katastrophe herab nichts Nennenswertes vor, ohne daß es durch eine gleich- oder entgegengestimmte Szene angebahnt wird. Die Lyrik ist hier so stark, daß sie selbst in Szenen von tatdarstellendem Charakter überwuchert; so setzt der Dichter ohne weiteres eine väterliche Rede des Mönches und einige glühende Leidenschaftsworte der Liebenden für den ganzen Vorgang der Trauung

(A. II Sz. 6); die Handlung, obwohl Hauptsache, ist völlig in Stimmung getaucht. Ähnlich liegen die Verhältnisse in 'Richard II.' Auch in 'Richard III.' macht uns Shakespeare, trotz des höchst unlyrischen Stoffes, fast auf alle wichtigeren Begebenheiten durch eigene Auftritte gemütsempfänglich, namentlich durch die Flüche und Weissagungen der alten Margarete auf die erste Mordbestellung, durch ahnungsvolle Gespräche von Clarence und Hastings auf deren plötzlich hereinbrechendes Verderben, durch die Geisterszene auf die Entscheidungsschlacht am Ende. In späterer Zeit ist Shakespeare von dieser Technik mehr und mehr abgekommen. In 'König Lear' beschränkt sich die vorbereitende Stimmungsmalerei auf einige pathetische Eingangsmonologe und auf die bitteren Scherze des Narren unmittelbar vor der Abweisung des Vaters durch Goneril. Im 'Coriolan' sind nur das Gespräch von Mutter und Gattin vor der ersten Schlacht (A. I Sz. 3) und das der Bürger vor der Konsulswahl hervorzuheben; dem bedeutsamen Eintritt des Coriolan bei dem Führer der Volsker geht ein sehr kurzer reflektierender Monolog voran (A. IV Sz. 4); der großen Rückbekehrung des Sohnes durch die Mutter ein fast nüchterner Hinweis auf einen Anschlag gegen Rom und die Abweisung des Menenius. 'Antonius und Kleopatra', obwohl ein Liebesdrama, begnügt sich im allgemeinen mit merkwürdig kurzen, flüchtigen Stimmungsauftritten vorbereitender Art (Philo A. I Sz. 1 Anf.; Kleopatra A. II Sz. 5 Anf.; A. IV Sz. 15 V. 1—6; Anton. A. IV Sz. 14 Anf.), wird erst für Kleopatras Liebessehnsucht (A. I Sz. 5 Anf.) und das entmutigte Heer (A. IV Sz. 3) etwas ausführlicher und bereitet nur auf den Tod der Königin gründlich vor, durch die Clownrede über den Nilwurm und die Majestätspose der Todeskandidatin (A. V Sz. 2 Mitte). In 'Macbeth' führen sich die Hexen mit grausen Sprüchen ein, König Duncan beim Eintritt ins Mörderschloß durch die freundliche, aber flüchtige Bemerkung über die Schwalbe (A. I Sz. 6 Anf.) und Banquo vor dem Tode durch einen Reflexionsmonolog von zehn Versen (A. III Sz. 1 Anf.); nur der Königsmord ist nachdrücklich angebahnt durch die Rede Macbeths an seinen Dolch (A. II Sz. 1 Mitte). Das Nachtwandeln der Lady Macbeth, obwohl voll unheimlichster Stimmung, hat nicht lyrischen Hauptzweck, sondern muß uns über das Ende dieser Hauptperson anschaulich informieren; und die Geistererscheinungen in der Hexenküche verfolgen — in charakteristischem Unterschiede von denen in 'Richard III.' — nicht bloß Stimmungszwecke, sondern treiben den Helden zum Mordentschluß gegen Macduff. Nicht von Stück zu Stück, aber im ganzen und großen verliert Shakespeare mit zunehmender Reife die Lust, durch solche Technik die Erfassung eines Geschehnisses lebhafter zu machen.

Anders entwickelt sich bei ihm die Stimmungsszene nach dem Ereignis, die mehr auf geistige Verarbeitung abzielt: er gewinnt sie mit zunehmenden Jahren sichtlich lieber. In 'Romeo und Julia' kommt sie nur vor als resümierender Chorus nach der ersten Begegnung der Liebenden (A. I Ende Sz. 5) und als Scherze des Clowns Peter mit den Musikanten, nachdem Paris die Braut scheinbar tot gefunden hat (A. IV Ende Sz. 5). In 'Richard III.' ist sie nicht viel stärker vertreten: Richard lacht nach der Werbung um Anna höhnisch über den eigenen Erfolg (A. I Ende Sz. 2); er heuchelt Trauer über den hingerichteten Hastings (A. III Mitte Sz. 5); der Neffenmord wird von den Königswitwen beklagt (A. IV Anf. Sz. 4). In 'Richard II.' ist die Königin hauptsächlich für Sympathiezwecke hinzuerfunden; sie hat böse Ahnungen unmittelbar nach der Verschwörung der Großen gegen ihren Gatten (A. II Anf. Sz. 2); sie führt ein traurig reflektierendes Gespräch mit den Hoffrauen und dem Gärtner, sofort nach dem Sturze des Königs (A. III Sz. 4); sie nimmt rührenden Abschied vom Gatten, nachdem dieser in den Tower geschickt worden (A. V Sz. 1). An letzterer Stelle verstärkt zugleich eine Weissagung des Abtes über bevorstehende Gottesstrafe den Eindruck (A. IV Ende Sz. 1). In 'Julius Cäsar' ist Portia die Trägerin einer solchen Sympathieszene nach der Verschwörung (A. II Sz. 1); nach der Ermordung des Cäsar gibt Antonius seiner Trauer lyrischen Ausdruck; nach seiner Leichenrede äußert sich die Wut des Volkes in der Zerreißung eines falschen Cinna, der nur zu solchem Zwecke ins Drama Eingang gewann (A. III Sz. 3), und nach der Versöhnung von Brutus und Cassius bestreitet Shakespeare den Nachklang mit einem überspannten Dichter, einer Flasche Wein und dem Tode Portias (A. IV Sz. 3 Mitte); am Schlusse stehen eigene Klageszenen um die toten Republikaner. Hier ist auch bereits die Eigenart deutlich zu beobachten, zwischen dem Ereignis und der anknüpfenden Stimmungsszene eine ganz knappe Informierung über eine Folgetat einzuschieben, um die Nachwirkung zu verstärken; so erfahren wir nach der Leichenrede des Antonius zuerst in zehn Versen, daß Octavian nach Rom gekommen, Brutus und Cassius aber geflohen sind, mit sehr kühner Verkürzung der Zeit; dann erst reiht sich die stimmungsmalende Szene — Zerreißen des Cinna — daran. Im 'Coriolan' ist nach jeder bedeutsamen Begebenheit die Stimmungsszene vorhanden: nach dem Siege erfahren wir, was Römer und was Volsker vom Helden denken (A. I Sz. 10, A. II Sz. 1); nach seinem ersten Streit mit den Tribunen schildert uns Menenius sein Wesen (A. III Sz. 1 Mitte); nachdem Coriolan verbannt worden, sehen wir ihn Abschied nehmen von Familie und Freunden (A. IV Sz. 1) — dazwischen knappe Informierung über Freudenzeichen des Volkes; nach

seiner glänzenden Aufnahme bei dem Volsker Aufidius besprechen sich dessen Diener etwas humoristisch über den römischen Eindringling (A. IV Sz. 5); nach der Rückbekehrung durch die Mutter hören wir die Freude von ganz Rom (A. V Sz. 4) — dazwischen informieren uns dritthalb Verse über den Mordplan des Aufidius gegen ihn. Am Ende wieder ein eigener Auftritt Heldenklage. Die Stimmungstechnik ist jetzt einfach die umgekehrte als in 'Romeo und Julia'. Die gewichtigsten Nachklangszenen bietet 'Macbeth': nach dem Königsmorde die grimmig-humoristische Rede des Pförtners und die entsetzten Ausrufe der Anwesenden bei der Entdeckung der Bluttat; nach der Meldung vom Morde Banquos die Erscheinung seines Geistes; nach dem Anschlag auf Macduff die Klage über das unglückliche Schottland (A. IV Sz. 3); am Schluß eine Epilogszene mit tröstlichem Ausblick in die Zukunft. Im allgemeinen kann man also behaupten: die mehr reflektierende Chortechnik siegt bei Shakespeare mit den Jahren über die mehr temperamentvolle Vorklangtechnik.

Der innere Bau der Stimmungsszenen ist insofern einfach, als sich eine elegisch begonnene niemals ins Humoristische wandelt, eine humoristisch begonnene niemals ins Hymnische u. dgl., wenn auch neue Personen hinzutreten. Dagegen ist das Streben vorhanden, möglichst verschiedene Stimmungen innerhalb eines Dramas zum Austrag gelangen zu lassen; neben dem Pathos fehlt selten die heitere oder grimmige Komik. Auch dialogische und monologische Form lösen einander gern ab, und der Übergang von der Stimmungs- zur Tatszene erfolgt bald von gleich zu gleich, bald kontrastierend. Jeder Musikteil ist in sich geschlossen, die ganze Musik aber abwechslungsreich. — Eine zweite Eigenschaft dieser Szenen besteht darin, daß Empfindung nach Möglichkeit in Handlung umgesetzt wird. Romeo sagt der Gattin nicht bloß schöne Abschiedsworte — er schickt sich auch an zu bleiben, trotz Todesgefahr, wenn sie es wünscht. Das Römervolk stößt nach der Leichenrede des Antonius nicht bloß erregte Worte aus — es zerreißt den Cinna. Die Soldaten des Antonius nach der Schlacht bei Actium finden die Lage nicht bloß kritisch — sie glauben zu hören, wie Gott Herkules in eigener Person das Lager seines bisherigen Lieblings verläßt (A. IV Sz. 3). — Endlich sind diese Szenen vornehmlich mit Geistern, Vertrauten und Clowns, sowie mit Musik, also mit Stimmungszubehör, ausgestattet.

Zu Trägern ernsthaften Stimmungsausdrucks hat Shakespeare naturgemäß in der Regel höhere Personen gewählt. Wenn in 'Richard II.' nach der Gefangennahme des Königs ausnahmsweise ein bloßer Gärtner der Königin auseinandersetzt, wie regiert werden sollte (A. III Sz. 4), so ist dieser schlichte Charakter aus dem Volke wenigstens nicht ohne

Würde den kopflosen Hofleuten gegenübergestellt. Haben niedrige Personen die Stimmung zum Ausdruck zu bringen, so tun sie es ganz regelmäßig mit so viel Ungeschick und Derbheit, daß die Wirkung ins Lächerliche oder ins Groteske ausschlägt; dies ist dann durch den Gegensatz zur tragischen Situation besonders ergreifend, wird daher für die vorgerückteren Akte aufgespart.

Für die Herkunft der genannten Stimmungsmittel kommen mehrere Quellen in Betracht. Aus der griechischen Tragödie stammen die Geistererscheinungen vor dem Geschehnis und die Chorrede am Aktschluß; durch Seneca kamen diese beiden Formen zuerst ins englische Hof- und Gelehrtentheater (Gorboduc, Tancred und Gismunda), dann durch Marlowe (Faust, Jude von Malta) und Kyd (Spanische Tragödie) ins gehobene Volkstheater. Um zu zeigen, wie der junge Shakespeare sie erbte, teils von diesen englischen Vorgängern, teils direkt aus Seneca, den er ja mehrfach im lateinischen Originaltext zitiert, sei an die Königs- und Prinzengeister in 'Richard III.' erinnert, die als Zuschauer vor seinem Untergang erscheinen und insofern an die Unterweltsgestalten des Tantalus und Thyest bei Seneca gemahnen; sowie an den 'Chorus', der am Schluß des ersten Akts von Romeo und Julia noch in unverblümtester Weise dasteht. Dagegen haben wir für die individuell lyrischen Monologe und Dialoge nicht bloß in der antiken Tragödie, sondern auch in den älteren englischen Volksspielen zahlreiche Belege. Wenn dabei direkt halbe oder ganze Lieder eingefügt werden, auf Liebe in den Anfangsreden des Romeo, auf das Trinken in 'Antonius und Kleopatra' nach dem Gelage bei Sextus Pompejus (A. II Sz. 7), so ist dies vollends eine der antiken Tragödie fremde Praxis, die erst bei den Humanistendramatikern entsprang; von da kam sie in die englische Volkstragödie, z. B. in den 'Horestes' von 1567: Buhlerlied von Aegisthus und Klytemnästra; und in 'Appius und Virginia': die lustigen Gesangseinlagen in der Familienszene. Auch die komischen Gesindeszenen hatten die Engländer den lateinischen Humanistentragödien des sechzehnten Jahrhunderts zu danken; Grimald im 'Archipropheta' (1548) brach hierin für England die Bahn, indem er die Mägde des Herodes einführte und den weisen Narren Gelasinus mit ihnen scherzen ließ; so sehen wir denn auch in 'Appius und Virginia' den Diener des Virginius mit der Magd in Streit und den Hausnarren als Zwischenperson; von da bis zum Dienstpersonal der Capulets in 'Romeo und Julia' ist es nur noch ein Schritt. Elemente aller Art hat also Shakespeare für seine Stimmungsszenen bereits vorgefunden. Das Streben, Empfindung in Handlung umzusetzen, war ebenfalls schon vor ihm im Volkstheater rege, z. B. wenn Marlowe seinem verzweifelnden Faustus knapp vor dem Ende zwei Teufel auf den Leib schickt,

um ihm die Arme, die er schon zum Gebet erhoben hat, wieder herabzuziehen, und ihm durch Mephisto einen Dolch anbieten läßt zum Selbstmord: es sind alte Moralitätenkünste. Ihm blieb nur die Aufgabe, diese vereinzelten Elemente zu einem System auszubilden, zu einer von Schritt zu Schritt geübten Kunst des Retardierens, Auskostens und Durchdenkens, und gerade durch solche psychologische Fülle hebt er sich von den anderen englischen Tragikern seiner Zeit glänzend ab; sie gibt seinen Stücken hauptsächlich die poetische Atmosphäre.

Sind die Stimmungsszenen, obwohl nur Beiwerk, bereits so sorgsam entwickelt, wieviel mehr Kunst ist bei den Entschließungsszenen zu erwarten, in denen ja das dramatische Interesse seinen Brennpunkt findet.

Ihre Verteilung sei zuerst an 'Romeo und Julia' kurz überschaut, denn dies Stück ist mit besonderer Gemessenheit aufgebaut, als hätte der junge Shakespeare sich hier über die Grundfragen der Komposition praktisch ins klare und reine bringen wollen. Zwischen einigen informierenden und lyrischen Partien ist zuerst die leidlich maßvolle Werbung des Paris um Julia eingebettet (A. I Sz. 2 Anf.). Bald darauf reden die Eltern Capulet in diesem Sinne ihrer Tochter zu, die sich nicht gerade unfolgsam zeigt (A. I Sz. 3). Abermals eine Stimmungsszene (Queen Mab) und die episch gearbeitete Einleitung des Maskenfestes — dann ein Doppelentschluß: Romeo und Julia verlieben sich, Vater Capulet zwingt den hitzigen Tybalt zum Frieden (A. I Sz. 5 Mitte und Ende). Es reihen sich, wohl vorbereitend durch Stimmungsmalerei, der Heiratsentschluß des Liebespaares daran (A. II Sz. 2 Ende) und der Entschluß des Mönches, den Liebenden zu helfen (A. II Sz. 3, zweite Hälfte). Getrennt durch Kameradenscherze, Botengang der Amme und die Zeremonie der Trauung folgt wieder ein Doppelentschluß: der herausfordernde Tybalt wird von Romeo abgelehnt, aber nach Mercutios Ermordung angenommen und erstochen (A. III Sz. 1 Anf. u. Mitte). Die Verbannung Romeos wird vom Fürsten ohne Schwanken, 'immediately', ausgesprochen, sie wirkt episch; Julia und Romeo zeigen tiefste Stimmung der Niedergeschlagenheit. Jetzt zwei entgegengesetzte Entschlüsse: auf Zureden des Mönches und der Amme rafft sich Romeo auf zur Hochzeitsnacht (A. III Sz. 3 Ende); aber sofort kommen auch die Eltern Capulet überein, die Vermählung ihrer Tochter mit Paris für den nächsten Morgen zu erzwingen (A. III Sz. 4). Lyrischer Abschied Romeos, und darauf die größte Entschließungsreihe: Julia gegen Vater, Mutter und Amme (A. III Sz. 5 Mitte und Ende). Der Rest ergibt sich von selbst, ohne viel weitere Seelenkämpfe. Julia braucht nicht lange zu bitten, um vom

Mönche das Gift zu erhalten (A. IV Sz. 1 zweite Hälfte). Sie trinkt es in Erwartung gräßlicher Dinge, aber ohne Schwanken. Die Bluttaten in der Gruft sind fast wie selbstverständlich vorgeführt. Am Schlusse hält der Fürst Gericht, mit genauem Zeugenverhör, aber ohne Gemütskonflikt; das Urteil stellt sich wie mechanisch heraus. Die Katastrophe ist nicht mehr der Ort für umständlichen Gebrauch der Selbstbestimmung: dazu sind die mittleren Akte da, und auch in diesen werden uns nicht mehr als zwei Problementscheidungen unmittelbar nacheinander zugemutet, außer bei dem ganz ungewöhnlich mächtigen Versuch von Julias Vater, Mutter und Amme, sie zur Ehe mit Paris zu bewegen: da sind ausnahmsweise drei Entschließungen nacheinander vorgesehen.

Diese Anordnung der Entschließungsszenen ist für Shakespeares Tragödien geradezu als typisch zu bezeichnen. In 'Julius Cäsar', um ein zweites Beispiel zu erwähnen, hätte Shakespeare die schönste Gelegenheit gehabt, gleich zu Anfang eine Doppelentschließung anzubringen: nämlich für Cäsar, ob er die Krone annehmen solle, und für Brutus', ob er sein Ohr dem neidischen Cassius zuwenden solle; er verwies aber die erste hinter die Szene und führte nur die zweite vor (A. I Sz. 2). Auch wie Casca durch Cassius in die Verschwörung hineingezogen wird, ist noch als Einzelentscheidung behandelt (A. I Sz. 3 Mitte). Doppelentschließungen aber haben wir dann im Monolog des Brutus 'It must be by his death' und in der unmittelbar sich anschließenden Verschwörung (A. II Sz. 1). Bald, doch nicht unmittelbar darauf, bestimmt Calpurnia ihren Cäsar gegen, der hinzutretende Antonius aber für den Senatsbesuch (A. II Sz. 2). Nach einiger Stimmungsmalerei folgt die Senatsszene, wieder mit zwei Willensakten: Cäsar schlägt die Warnung des Artemidorus in den Wind und lehnt das Gesuch der Verschwörer ab, was ihn umbringt (A. III Sz. 1 Anf.). Verwirrung. Dann abermals zwei Entschlüsse, diesmal des Brutus: Antonius zu empfangen und ihm die Leichenrede zu gestatten (A. III Sz. 1 Mitte). Nach einer lyrischen und einer erzählenden Zwischenpartie folgt die große Doppelentschließung des Volkes angesichts der Leiche Cäsars: zuerst für Brutus, dann für Antonius (A. III Sz. 2 Anf. und Mitte). Hiemit sind die maßgebenden Willensakte vorbei: 'mischief, thou art afoot!'. Wir hören später noch, wie Brutus dem Cassius ins Gewissen redet (A. IV Sz. 3 Anf.), und wieder etwas später, wie er ihn zur Schlacht bei Philippi bestimmt (A. IV Sz. 3 Ende). Alles andere sind nur noch Taten und Gefühle. Wenn im 'Coriolan' die große Wahl des Helden zwischen den Volskern, als den Freunden seines Hasses, und seiner Mutter erst in den letzten Akt fällt, so ist dies eine Ausnahme, die sich aus der Eigenart der Fabel erklärt.

In der Katastrophe selbst handeln sonst die Personen immer nur nach Impulsen, unter dem Drucke des Vorausgegangenen, nicht mehr nach Wahl.

Auf den inneren Bau der Entschließungsszenen hat Shakespeare nach zwei Seiten hin sichtlichen Fleiß verwendet: hinsichtlich der Wendung des Problems und hinsichtlich der Kombination von Problemen.

Die Wendung des Problems ist bei den antiken Tragikern mit besonderer Vorliebe der Dialektik anheimgegeben: beide Teile stehen sich mit ungefähr gleich scharfem Verstand, gleich berechtigten Prinzipien gegenüber, Argumente fliegen hinüber und herüber, und eine eigene Form des Dialogs wurde für dies Duell der Geister ausgebildet, die Stichomythie. Solches Gleichgewicht der Köpfe ist bei Shakespeare selten dargestellt; er hat auch fast nur in Jugenddramen die Form der Stichomythie gebraucht, am meisten noch in 'Richard III.' Weitaus mehr bringt er die Leidenschaft zum Ausdruck. Er tut dies am liebsten, indem er dem von Haus aus schwächeren Teil durch eine dämonische Gemütsanlage zum Siege verhilft: Richard III. gegen den König und ganzen Hof, Cassius gegen Brutus, Antonius gegen das Volk, Jago gegen Othello, Kleopatra gegen Antonius, die Tribunen gegen Coriolan, Lady Macbeth gegen ihren Mann; oder indem er den weitaus stärkeren Teil so übermächtig auf den schwächeren einstürmen läßt, daß dieser zu extremen, für alle Teile verhängnisvollen Dingen getrieben wird: die Eltern Capulet gegen Julia, Bolingbroke gegen Richard II., der Fegefeuergeist gegen Hamlet, Octavian gegen Kleopatra. Treten sich zwei gleich starke Naturen gegenüber, so verbinden sie sich zu gesteigerter Leidenschaft: Romeo und Julia, Richard III. und Buckingham, Goneril und Regan. Ausnahme, wie in aller Tragik, und unfruchtbar ist es, wenn der philosophische Teil über den leidenschaftlichen herrscht: der Mönch zeitweilig gegen Romeo, Brutus später gegen Cassius, Hamlet gegen seine Mutter, Volumnia vorübergehend gegen Coriolan. Der Sieg der dämonischen Person über die äußerlich stärkere bedeutet schon eine sehr heftige Wendung; sie wird überdies noch gern in Staffeln zerlegt, so daß z. B. die dämonische Person anfangs das Gegenteil des Angestrebten sagen muß, dann vorsichtig sondiert, die halbe Wahrheit andeutet und schließlich den überhitzten Gegenmann sogar noch zurückhalten muß: Antonius in der Leichenrede, Jago, Kleopatra. Vollends an das Brutale streift oft die Zertrümmerung des von vornherein Schwächeren durch den Starken; als Gegengewicht ist dann dem Schwächeren gern ein Helfer an die Seite gegeben: der Julia die Amme in der Szene mit den Eltern, dem Richard II. Aumerle bei der Gefangennahme, dem

Clarence der mitleidige Mörder gegen den unerbittlichen, der Anna in der Sterbeszene mit Richard III. wenigstens die Leiche ihres ersten Gatten. Um diese Kräfteverhältnisse spannend zu verschieben oder zu komplizieren, hat Shakespeare mit großer Freiheit Nebenpersonen herangezogen. Auch ließ er mehrfach den Schwachen durch überfließende schöne Beredsamkeit sich selbst heben (Richard II.) oder durch ausnehmend langes stummes Spiel (Cordelia). Alle Mittel seiner personenreichen und realistischen Bühne spielte er aus, um sowohl die Steigerung als die Kontrastwendung der Entschließungsszenen so gewaltig wie möglich zu machen — ganz verschieden von der Art der Stimmungsszenen, in denen er den zu Anfang angeschlagenen Ton konservativ festhielt bis zum Ende.

Für die Kombination zweier Entschließungsszenen unmittelbar nacheinander galt ebenfalls die Vorschrift: entweder Steigerung, z. B. erst Mutter Capulet gegen Julia, dann auch der jähzornige Vater, endlich noch die eigene Vertraute und Helferin, die in alles eingeweihte Amme; oder Kontrastwendung, z. B. wenn Romeo sich gegen Tybalt erst passiv verhält, dann nach Mercutios Fall offensiv. Interessanter noch ist die Art der Kombination, bei der zwei Entschließungen ineinandergearbeitet sind. Während sich z. B. Romeo in Julia verliebt, wird der anwesende Tybalt durch Vater Capulet mühsam von einem Angriff auf ihn abgehalten. Während Richard II. (A. IV) vor dem Throne Bolingbrokes zwischen schmählicher Abdankung und dem Tode zu wählen hat, entwickelt sich unter den anwesenden Großen die erste Empörung gegen den neuen König. Während Coriolan der Mutter nachgibt, wird der neben ihm stehende Aufidius sein Todfeind (A. V Sz. 3). Es ist Kreuzfeuer der Leidenschaft.

Als Träger der Entschließungen hat Shakespeare in Tragödien immer nur pathetische und bedeutsame Personen verwendet, außerdem professionelle Mörder (in Richard III.). Untergeordnete Personen, die zum Ausdruck von Stimmungen, selbst von ernsten, genügten, wie gewöhnliche Offiziere, Gärtner, Bürger, waren hiezu nicht gewichtig genug. Die Entschließungsszene ist insofern vornehmer als die Stimmungsszene.

Für das Aufkommen und Wachstum der Entschließungsszene auf englischem Boden vor Shakespeare war vor allem das Moralspiel maßgebend. Bei den pathetischen Teilen der Mysterien, sowohl der biblischen als der legendaren, ist sie noch nicht recht ausgebildet. Schon der Stoff war da zu dogmatisch. Aber in den Darstellungen des Menschen, der mit Tugenden und Lastern kämpft, entwickelte sich seit der Wiclifzeit die Sitte, die Kunst und das Interesse, seine Willensakte umständlich vorzuführen. Für diesen Einfluß der Moralspiele auf

die regelmäßige Tragödie in England ist es bezeichnend, daß die älteste Hof- und Gelehrtentragödie, 'Gorboduc', noch den König zwischen einen klugen und einen schwachen Ratgeber stellt, zwischen Eubulus und Arostus, gewissermaßen zwischen guten und bösen Engel; sowie daß in den Volkstragödien regelmäßig noch der spezifische Verführer der Moralitäten, der Vice, auftritt, um z. B. im 'Horestes' von 1567 den Helden gegen die persönlich erscheinende Natur zum Muttermorde anzutreiben; endlich daß in Marlowes 'Faustus' der gute und böse Engel noch direkt mitspielen und um den Helden streiten. Da begreift man, daß Shakespeare bei der Austragung der Entschlüsse soviel mehr die Leidenschaft als die Logik zu Worte kommen läßt. Da war auch die bei Shakespeare so mächtig herausgearbeitete Wendung der Entschließungsszene bereits geboten, sowohl die Steigerung: von einer Todsünde zu sieben; als der Wechsel: von Sünde zu Bekehrung und umgekehrt. Selbst die synoptische Kombination zweier Entschließungen ist hier zu belegen: in der alten Moralität 'Mankind' z. B. drängen die Teufel auf der einen Seite der Bühne dem verzweifelnden Menschen einen Strick auf, während auf der anderen Seite Vater Mercy sich anschickt, ihn aus der höllischen Gesellschaft herauszuholen. Ähnlich hebt Faustus bei Marlowe seine Buhlschaft mit Helena an, während im Hintergrunde der Bühne immer noch der alte Mann steht, der ihn zu Gebet und Rettung bringen möchte. Neben diesen Moralitäten, die man sich gewöhnt hat, als volkstümlich englische zu bezeichnen, obwohl sie im Grunde aus der 'Psychomachia' des Prudentius und aus anderen christlich-lateinischen Erbauungsschriften stammen, hat das antike Trauerspiel für die Entschließungsszene Shakespeares nur wenig geboten, wie aus der seltenen Verwendung der Stichomythie bei ihm und seinem nächsten Vorgänger, Marlowe, deutlich hervorgeht. Die Griechen haben auf die tragische Gestaltung der Charaktere, auf die Erhabenheit der Sprache und, wie gezeigt, auf die Stimmungsszenen bei Shakespeare gewirkt, teils durch Seneca, teils durch Senecanachahmer, durch Marlowe, Kyd und andere, die vor ihm in London Trauerspiele schrieben; aber für die Entschließungsszene ist wesentlich heimatliche Entwicklung in Anschlag zu bringen. Allerdings ist betreffs Marlowe auch in diesem Punkte zu betonen, daß er disjecta membra bietet und noch keine organische Ausgestaltung. Er hat manche schöne Entschließungsszenen gebaut, aber sie oft dorthin gestellt, wo sie nicht am Platze waren, z. B. im 'Tamerlan' bündelweise an den Anfang, und sie weithin fehlen lassen, wo sie Shakespeare mit Recht liebte, z. B. fast ganz in der Mitte des 'Faustus'. Wie sehr ihm der Schüler auch im einzelnen an Feinheit überlegen war, zeigt ein Vergleich der Abdankung Edwards II. bei Marlowe mit der

offenbar ihr nachgeahmten Abdankung Richards II. bei Shakespeare: dort sucht man gerade jene Doppelentschließung — neue Rebellion neben Abdankung — vergeblich, durch die sich die Szene bei Shakespeare architektonisch auszeichnet.

Von der dritten Klasse Szenen, d. h. solchen, die sich auf ein Informieren beschränken, sei es durch Erzählung, sei es durch Aktion ohne sonderliches Abwägen und Beschließen, ist bei Shakespeare verhältnismäßig wenig Besonderes zu sagen. Sie bilden die breite Gewöhnlichkeit; sie sind weniger stilisiert als die Stimmungs- und Entschließungsszenen; sie schmiegen sich der Realität des Lebens am meisten an. Für ihre Verwendung ist bereits angedeutet worden, daß sie gewöhnlich das Drama beginnen, daß sie als Erreger der Entschließungen sich zwischen diese hineindrängen und daß sie nach deren Erschöpfung die Oberhand gewinnen, um — zusammen mit Stimmungsszenen — die Katastrophe darzustellen. Ihre Träger sind die verschiedensten Personen. Ihr Bau ist häufig, aber lange nicht so systematisch wie bei den Entschließungsszenen, auf Steigerung oder Umschwung eingerichtet. Gesteigert ist z. B. der Straßenkampf zu Anfang von 'Romeo und Julia' vorgeführt, die Fülle von Hiobsposten für die Verschwörer nach der Leichenrede des Antonius erzählt. Umschwung haben wir z. B. in der Schlacht bei Philippi, die zuerst für Cassius günstig, dann ungünstig verläuft, oder im Bericht der Amme über Tybalts Tod an Julia: er ist tot — Julia meint Romeo — nein, Tybalt — Julia ist getröstet. Soweit es sich um Botenberichte handelt, mag Shakespeare solche Mittel der Spannung manchmal aus dem Altertum durch seine gelehrten Vorgänger oder durch Seneca, den er ja gut kannte, gewonnen haben. Seneca läßt z. B. in 'Phädra' den Nuntius von der Fahrt des Hippolytus anfangs in günstiger Weise erzählen, bis es auf einmal schief geht; in Marlowes 'Tamerlan', Teil II schildert ein Messenger das Heer des Kaisers Siegmund zuerst als übermächtig — auf einmal stürzt dieser selbst herein, geschlagen und verwundet. Aber selbst der Botenbericht kann diese Technik aus der Entschließungsszene überkommen haben. Für andere Informierungsszenen scheint es mir vollends an jeder Handhabe zu mangeln, auf Grund ihres Baues antiken Einschlag zu erweisen. Schon die Mysterien hatten hierin seit frühmittelenglischer Zeit reichlich vorgearbeitet.

Solche Beobachtungen und noch viel mehr ergeben sich, wenn wir uns nicht an die einzelnen Stimmungselemente und Entschließungen halten, die ja in aller Poesie allgegenwärtig sind, sondern an die geschlossenen Szenen, die durchaus zu Zwecken der Stimmungs- oder Entschließungsmalerei da sind: diese verteilen sich über die Shake-

spearische Tragödie nach bestimmten Gesichtspunkten, sind auf gewisse Träger beschränkt und nach gewissen Tendenzen gebaut. Sie gehorchen Prinzipien der Technik, die zugleich vernünftigen Grund und klar verfolgbare Vorgeschichte haben. Mehr als jede andere literarische Gattung ist das Drama an feste technische Prinzipien gebunden, die sich aus den theatralischen Verhältnissen mit elementarer Konsequenz entfalten und niemals ungestraft vernachlässigt werden. Gelingt es, einige derselben, die Shakespeare befolgt hat, gleichviel ob bewußt oder unbewußt, ans Licht zu bringen, so ist vielleicht auch dem schaffenden Dichter ein Dienst geleistet.

Jahresbericht über die Tätigkeit des Kaiserlich Deutschen Archäologischen Instituts.

Von Prof. Dr. Otto Puchstein
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer am 14. Juni 1906 [s. oben S. 539].)

Das Rechnungsjahr 1905 hat dem Archäologischen Institute eine sehr in die Augen fallende Änderung gebracht: Hr. Conze legte mit dem 1. Oktober d. J. die Stelle des Generalsekretars, die er, schon seit 1881 Vorsitzender der Zentraldirektion, seit 1887 innegehabt hatte, nieder und trat in den Ruhestand; er bleibt indessen als Mitglied der Zentraldirektion, und zwar als zwölftes Mitglied, wozu er auf deren Vorschlag gemäß § 2, Alinea 3 des Statuts von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften gewählt worden ist, mit dem Institute sehr erwünschterweise auch fernerhin in Verbindung. Das ihm von Freunden und Verehrern gestiftete Reliefporträt in Bronze, von Hrn. Prof. Brütt modelliert, wurde ihm in seinem Hause am 28. September mit einer Ansprache von Hrn. Schöne, dem ältesten Mitgliede der Zentraldirektion, übergeben; ein zweites Exemplar des Porträts hat das Institut erhalten, damit es in dessen Räumen (jetzt einstweilen Berlin W 10, Corneliusstraße 1) ebenso wie das Bildnis Eduard Gerhards, ein verkupfertes Medaillon, von Hrn. Adolf Michaelis geschenkt, aufgestellt werde.

Zum Nachfolger des Hrn. Conze ist durch Allerhöchste Ernennung vom 31. Mai 1905 Dr. Otto Puchstein bestellt worden, der, von 1900—1904 Mitglied der Zentraldirektion, seit 1896 ordentlicher Professor der klassischen Archäologie an der Großherzoglich Badischen Universität zu Freiburg i. Br., vorher von 1883—1896 Direktorial-assistent bei den Königlichen Museen in Berlin und seit 1890 auch Privatdozent an der Universität daselbst gewesen war. Er hat sein neues Amt am 1. Oktober 1905 angetreten.

Eine andere Personalveränderung trat bei dem Institute in Athen ein, wo Hr. Dr. H. Schrader am 1. Oktober aus der Stelle des

zweiten Sekretars, die er vier Jahre lang verwaltet hatte, ausschied, um einem Rufe als ordentlicher Professor für klassische Archäologie an der Universität Innsbruck zu folgen. Die Sekretarstelle wird seitdem kommissarisch von Hrn. Dr. Georg Karo, vorher Privatdozent der klassischen Archäologie in Bonn a. Rh., versehen.

Durch den Tod hat das Institut aus der Reihe seiner ordentlichen Mitglieder verloren: W. von Christ († 8. Februar 1906), T. W. Heermance († 29. September 1905, nachdem er eben erst zum Mitgliede ernannt war), J. Oppert († 21. August 1905), C. von Popp († 22. Oktober 1905), H. Schuermans († 26. Mai 1905), W. Soldan († 2. Juli 1905), H. Usener († 20. Oktober 1905), J. L. Ussing († 28. Oktober 1905) und K. Wachsmuth († 9. Juni 1905); von den korrespondierenden Mitgliedern: G. Cozza-Luzi († 1. Juni 1905), H. Graeven († 4. November 1905), der im Auftrage des Instituts die Herausgabe der Antiken Schnitzereien aus Elfenbein und Knochen förderte, K. von Hauser († 31. März 1905), A. Riegl († 19. Juni 1905), St. Saridakis († 19. Mai 1905), A. Schneider († 24. August 1905) und F. A. Vera in Madrid.

Neu ernannt wurden: zum Ehrenmitglied Hr. F. Adickes in Frankfurt a. M.; zu ordentlichen Mitgliedern die HH. J. G. Frazer in Cambridge, F. L. Griffith in Ashton-under-Lyne, T. W. Heermance in Athen (s. oben), G. Karo in Athen, H. Luckenbach in Karlsruhe, E. Pridik in St. Petersburg, W. Schulze in Berlin, E. von Stern in Odessa und G. Wolff in Frankfurt a. M.; zu korrespondierenden Mitgliedern die HH. E. Anthes in Darmstadt, O. Bohn in Berlin, L. Correra in Neapel, F. Dürrbach in Toulouse, O. Egger in Wien, F. Haug in Mannheim, G. F. Hill in London, A. D. Keramopullos in Athen, L. Kjellberg in Upsala, W. Kolbe in Rostock i. M., E. Krüger in Trier, J. L. Myres in Oxford, B. Nogara in Rom, B. Pharmakowsky in St. Petersburg, H. Thiersch in Freiburg i. Br. und M. Tsakyroglu in Smyrna.

Die ordentliche Plenarversammlung der Zentraldirektion fand in Berlin vom 25. bis 27. April 1905, eine außerordentliche, an der auch Hr. Puchstein teilnahm, am 4. August statt.

Das archäologische Jahresstipendium für 1905/06 erhielten die HH. Köster, Kurt Müller und Steiner, doch verzichtete Hr. Köster wegen seiner Berufung zum Direktorialassistenten bei den Königlichen Museen in Berlin auf dessen Erhebung, das Halbjahrstipendium für Gymnasiallehrer die HH. Corssen und Wachtler, das Stipendium für christliche Archäologie Hr. Michel.

Verreist war Hr. Conze als Generalsekretar im Frühjahr 1905, um vom 7. bis zum 13. April an dem internationalen Archäologenkongresse in Athen teilzunehmen, und sein Nachfolger im März 1906 zu den Sitzungen der Römisch-Germanischen Kommission in Frankfurt a. M. und des Vorstands des Zentralmuseums in Mainz.

Publikationen. Jahrbuch und Anzeiger sind unter Mitwirkung der HH. Brandis in Jena und Malten in Berlin regelmäßig, wenn auch nicht immer ganz pünktlich, erschienen, auch ein sechstes Ergänzungsheft: Antikes Zaubergerät aus Pergamon, herausgegeben von Richard Wünsch. An dem Register zum XI. bis XX. Bande arbeitete Hr. Pohl. — Für das 5. Heft des II. Bandes der Denkmäler sind die im vorigen Jahresberichte genannten Blätter, die farbigen Metopen des Tempels in Thermos, klazomenische Vasen, ein Sarkophag u. a. reproduziert worden, während der Text dazu noch nicht fertiggestellt werden konnte.

Von den Serienpublikationen des Instituts ist die Sammlung der Antiken Sarkophagreliefs von ihrem Leiter, Hrn. Robert in Halle, soweit gefördert worden, daß von den Tafeln für Band III 3 mehr als die Hälfte fertiggedruckt werden konnte; für Photographien sind wir den HH. Holleaux in Athen und Hampel in Budapest, für mannigfache andere Unterstützung dem Hrn. Körte in Rom zu Dank verpflichtet.

Um die Vollendung der beiden Bände der sogenannten Campanareliefs, die zu der von Hrn. Kekule von Stradonitz geleiteten Sammlung der Antiken Terrakotten gehören, haben sich die HH. von Rhoden und Winnefeld weiter bemüht, doch konnte der erste Band noch nicht abgeschlossen werden.

Von den im Auftrage der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien mit Unterstützung des Instituts von Hrn. Conze herausgegebenen Attischen Grabreliefs ist die 14. Lieferung erschienen, die 15. im Druck; dies ist die letzte des III. Bandes, womit die Funde aus der Zeit bis auf Demetrios von Phaleron erledigt sein werden. — Für die Herausgabe der Griechischen Grabreliefs aus Südrußland, die G. von Kieseritzky in Petersburg vorzubereiten begonnen hatte und jetzt Hr. Watzinger in Rostock besorgt, hat dieser im verflossenen Jahre den ganzen beschreibenden Text redigiert. — Hr. Pfuhl in Göttingen sammelt und sichtet weiter die Griechischen Grabreliefs aus Kleinasien und von den Inseln und hat eine deren Gesamtherausgabe vorbereitende Abhandlung in dem Jahrbuch des Instituts von 1905 erscheinen lassen.

Die Sammlung der Etruskischen Urnen, deren III. Band in Arbeit ist, hat dadurch wesentlich gefördert werden können, daß Hr. Körte

auf einer Reise durch Etrurien im August und September 1905 das hierzu gehörige Material nochmals revidierte und vervollständigte.

Sonst bleibt von den anderen hierhergehörigen Publikationen nur zu sagen, daß die neue Bearbeitung des Aldrovandi, von Hrn. Schreiber in Leipzig im Jahre 1892 übernommen, von ihm hat bis auf weiteres zurückgestellt werden müssen und daher einstweilen in unseren Berichten auch nicht wieder erwähnt werden wird.

Hr. Hirschfeld berichtet, daß für das Schlußheft des IX. Bandes der Ephemeris epigraphica Hr. Dessau einen Nachtrag zum XIV. Bande des Corpus Inscriptionum latinarum im Manuskript fertiggestellt hat.

Von dem Römischen Sekretariat ist der XX. Band seiner Mitteilungen im Etatsjahre 1905 fast ganz herausgegeben worden. Hr. Amelung hat sich weiter um das Manuskript zu dem II. Bande des Kataloges der Vatikanischen Skulpturen bemüht und die Tafeln dazu in den Druck gegeben, Hr. Mau seine Arbeit an dem Realkatalog der römischen Institutsbibliothek fortgesetzt.

Die Sitzungen und die Vorträge der Herren Sekretare, darunter auch einer mit einer Exkursion nach Corneto, fanden unter sehr reger Beteiligung statt; bei den Sitzungen wurde mehrmals ein Projektionsapparat verwendet. Hr. Mau erklärte vom 3.—14. Juli die Ruinen von Pompeji.

Studienreisen unternahmen Hr. Körte im August und September in Etrurien, Hr. Hülsen im Juni in Latium und Campanien; dieser besuchte gelegentlich seiner Urlaubsreise auch Oberitalien und dann namentlich Paris, um in der Bibliothèque nationale, im Cabinet des Estampes und in Chantilly die römischen Stadtpläne und architektonischen Handzeichnungen zu studieren.

Die Bibliothek des Römischen Instituts wurde, z. T. durch die Schenkungen vieler wissenschaftlicher, dem Institute andauernd gewogener Anstalten und Behörden, um 329 Nummern vermehrt; auch den HH. W. Altmann, C. Jacobsen, I. B. Keune, Kerschensteiner, I. H. Lipsius, von Ronczewski und der Familie Mommsen verdankt die Bibliothek wertvolle Zuwendungen. — An Stelle des Hrn. Steinberger trat am 1. Januar 1906 Hr. Bang als Hilfsarbeiter bei der Bibliothek ein. — Für die Sammlung von Photographien schenkte Hr. Wace mehrere Blätter.

Das Athenische Sekretariat hat, wie schon erwähnt, am 1. Oktober 1905 einen Wechsel in der Person des zweiten Sekretars erfahren; auch Hr. Lisco, im vorigen Jahre Hilfsarbeiter bei der Bibliothek, ist ausgeschieden und an seine Stelle sowie auch zur

Aushilfe bei den sonstigen Institutsgeschäften Hr. Struck aus Saloniki getreten. Von den Mitteilungen ist unter Redaktion teils des Hrn. Schrader, teils des Hrn. Karo Band XXX erschienen und der Druck von Band XXXI begonnen. Das Gesamtregister zu Band I—XXV oder, wie jetzt beabsichtigt wird, zu Band I—XXX hat in diesem Jahre leider nicht weitergefördert werden können. — Der Bearbeitung der Akropolisscherben, die ebenso wie die Herausgabe der Funde aus dem böotischen Kabirion unter der Leitung des Hrn. Wolters in Würzburg steht, hat sich Hr. Gräf in Jena wieder zugewendet, so daß bereits Art und Gestalt der Publikation des näheren erwogen werden konnten.

Die Sitzungen und die Vorträge der Herren Sekretare fanden unter sehr reger Beteiligung statt; Hr. Dörpfeld führte im Frühjahr 1905 gemeinsam mit dem Rektor der athenischen Universität die Teilnehmer des internationalen Archäologenkongresses zu den Hauptausgrabungsstätten Griechenlands und Kleinasiens und erklärte im Herbst die Ruinen von Pergamon, dann im März 1906 zusammen mit Hrn. Karo die Ruinen von Olympia sowie die neueren Ausgrabungen auf Kreta, während Hr. Karo in der Argolis, in Korinth und Delphi führte.

Die Ausgrabungen in Pergamon wurden im Jahre 1905 2½ Monate lang fortgesetzt unter Leitung des Hrn. Dörpfeld und, gemäß einem Auftrage der Zentraldirektion, auch des Hrn. Conze; außerdem waren an den Arbeiten der Stipendiat Hr. Hepding und als Volontäre die HH. Architekten Dr. Schazmann und Zippelius beteiligt. Die Untersuchung war dem oberen Gymnasium, dem Haus des Konsuls Attalos, dem griechischen Theater auf der Akropolis und mit den Mitteln der Iwanoff-Fonds den Grabtumuli in der Umgebung von Pergamon gewidmet. Kleinere Grabungen hat das Institut in der Nähe von Sparta bei dem Dorfe Kalyvia, unter Beteiligung des Stipendiaten Hrn. Köster, und innerhalb des Heraion in Olympia ausgeführt, hier, um noch einmal, und zwar mit besonderem Erfolge, die Ausdehnung und Beschaffenheit der Schuttschichten des großen Brandopferaltars zu untersuchen. Privatim machte Hr. Dörpfeld während seines Sommerurlaubs Ausgrabungen und Studien auf Leukas.

Die Bibliothek des Athenischen Instituts ist, wiederum dank vieler Schenkungen, um 291 Nummern vermehrt worden; eine große Bereicherung hat die Sammlung von Photographien erfahren.

Die Römisch-Germanische Kommission, mit Hrn. Dragendorff an der Spitze, hatte ihr Arbeitsprogramm für das Rechnungsjahr 1905 bereits in der Sitzung vom 13. März aufgestellt. Im Herbste

gab Hr. Dragendorff einen Bericht über die Fortschritte der römisch-germanischen Forschung im Jahre 1904, als ersten einer regelmäßig geplanten Serie, heraus und legte damit beredtes Zeugnis von der ersprießlichen Tätigkeit der Kommission ab. — Von der Publikation »Die römischen Überreste in Bayern« hat Hr. Ohlenschlager das Manuskript zum Text des 3. Heftes vollendet, während Hr. Hofmann das Manuskript für die unter der Leitung des Hrn. von Domaszewski stehende Herausgabe der Römischen Militärreliefs etwa zu drei Vierteln fertigstellte. — Für die Sammlung der Römischen Ringe konnte Hr. Henkel Studien in England und in deutschen Privatsammlungen machen und damit diese Publikation weiterfördern. — Mit der Sammlung von Abklatschen der in Deutschland vorkommenden römischen Ziegelstempel, zur Vorbereitung von deren Publikation, ist ein erfolgreicher Anfang gemacht worden.

Der Ausgrabungen auf ihrem Gebiete konnte sich die Kommission teils durch Gewährung von Mitteln, teils durch Mitarbeit des Hrn. Dragendorff an mehreren Plätzen annehmen, so in Haltern, wo sich Hr. Koepp an der Leitung und an der Publikation (im 4. Hefte der Mitt. d. Altertumskommission für Westfalen) beteiligte, und in Kneblinghausen gemeinschaftlich mit der Altertumskommission für Westfalen, auf der Burg von Friedberg, auf der Buchenburg in der Wetterau, in Monsheim, wo der Wormser Verein neolithische Wohnstätten untersuchte, in Dautenheim, wo Hr. Curschmann eine römische Villa ausgrub, endlich bei der Ringwallforschung (der Babilonie, des Hünstollen, der Altenburg bei Metze, des Steinwingert, des Altkönig), für die auch Franken von den HH. Ranke, Thomas und Dragendorff bereist wurde.

Die Handbibliothek der Kommission hatte sich mancher wertvollen Geschenke zu erfreuen.

Eine besondere Zuwendung erhielt die Römisch-Germanische Kommission auch für dieses Rechnungsjahr von der Stadt Frankfurt a. M.

Wir danken auch dem Verwaltungsrate der Dampfschiffahrts-Gesellschaft des Österreichischen Lloyds und der Direktion der Deutschen Levantelinie für Begünstigung der Reisen unserer Beamten und Stipendiaten.

Ausgegeben am 14. August.

SITZUNGSBERICHTE 1906.
XXXVIII.
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

26. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

*1. Hr. Müller-Breslau las über die Fortsetzung seiner photographischen Versuche zur Bestimmung der Gleitflächen in seitlich durch Wände gestützten Sandmassen.

Es werden nach der Sandseite überhängende Wände untersucht, welche eine Sandmasse stützen, deren Oberfläche von der Wand aus unter dem natürlichen Böschungswinkel abfällt. Der durch die Gestalt der Gleitfläche und die Belastung der Sandoberfläche eindeutig bestimmte Druck auf die Wand wird mit dem auf Grund einer ebenen Coulomb'schen Gleitfläche berechneten Drucke verglichen.

*2. Hr. Vogel machte im Anschluss an eine frühere Arbeit Mittheilungen über die Nebel um ζ Orionis.

Auf Grund eingehenderer Untersuchungen der auf dem Potsdamer Astrophysikalischen Observatorium mit einem Spiegelteleskope von sehr grossem Öffnungsverhältniss angefertigten Aufnahmen hat sich herausgestellt, dass die eigenthümlichen Configurationen dieser Nebel das Vorhandensein nichtleuchtender kosmischer Wolken in hohem Grade wahrscheinlich machen.

3. Hr. van't Hoff überreichte eine mit Hrn. Behn gemachte Arbeit: »Die gegenseitige Verwandlung der Calciummonoborate«.

An der Hand von Leitfähigkeitsmessungen wird die Umwandlungstemperatur von Hexa- und Tetrahydrat bestimmt und dilatometrisch bestätigt. Gleichzeitig wurde bei diesen Versuchen eine zweite Form des Tetrahydrats gefunden.

4. Hr. Frobenius machte eine Mittheilung: Über das Trägheitsgesetz der quadratischen Formen. II.

Aus der von Jacobi angegebenen Reihe von Determinanten lässt sich die Signatur einer quadratischen Form auch dann berechnen, wenn diese Determinanten nicht alle von Null verschieden sind.

5. Hr. Koenigsberger übersandte eine Mittheilung: Über die Grundlagen der Mechanik.

Der Verfasser wurde bei der Bearbeitung einer demnächst erscheinenden ausführlichen Untersuchung über die verborgene Bewegung und die unvollständigen Probleme in der Mechanik wägbarer Massen dazu geführt, die Grundlagen für die er-

26319

weiterten Principien der Mechanik ein wenig anders und correcter zu gestalten, als es bisher in seinen Mittheilungen geschehen, und dadurch auch die Grundvorstellungen und Definitionen in der Mechanik wägbarer Körper klarer zu formuliren. Diese Überlegungen sollen in der vorliegenden Arbeit kurz skizzirt werden.

6. Hr. Warburg legte eine Arbeit von Hrn. Prof. Dr. Leo Grunmach vor: Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung von verflüssigtem Sauerstoff und verflüssigtem Stickstoff.

Die Oberflächenspannungen von verflüssigtem Sauerstoff und von verflüssigtem Stickstoff wurden nach der Capillarwellenmethode bei ihren Siedetemperaturen zu 13.074 und 8.514 $^{\mathrm{dyn}}/_{\mathrm{cm}}$ gefunden. Ihre Molekulargewichte im flüssigen Zustande ergeben sich zu 41.51 und 37.30; beide Gase erfahren also beim Übergang in den flüssigen Zustand eine Association.

7. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: L. Diels, Die Pflanzenwelt von West-Australien südlich des Wendekreises. Leipzig 1906, Ergebnisse einer im Auftrag der Humboldt-Stiftung 1900 bis 1902 unternommenen Reise, und Fasc. 13 des von der Akademie unterstützten Werkes von O. Schmiedeknecht, Opuscula Ichneumonologica. Blankenburg i. Thür. 1906.

Die gegenseitige Verwandlung der Calcium-monoborate.

Von J. H. van't Hoff und U. Behn.

Die Bearbeitung der Calciumborate, so einfach die Aufgabe scheint, bietet dennoch eigentümliche Schwierigkeiten. Einmal geben die gewöhnlichen Verfahrungsweisen durchweg amorphe Körper, anderseits stößt man bei den kristallisierten Verbindungen auf einen ungewöhnlichen Formenreichtum. Beides rührt daher, daß in der betreffenden Salzgruppe nicht stabile Formen mit einer großen Hartnäckigkeit fortbestehen, und so muß man die Umstände suchen, welche eine langsame Ausbildung erlauben, sich also weder durch Konzentration noch durch Temperatur allzuweit von der Bildungsgrenze entfernen; dadurch wurde denn auch die Frage der Bildungstemperaturen wesentlich. Indem die gewöhnlichen Methoden, das Dilatometer usw., sich in der Anwendung sehr zeitraubend zeigten, ist diesmal versuchsweise die Leitfähigkeit hinzugezogen, da offenbar der Schnittpunkt in den Löslichkeitskurven, welcher die Umwandlungstemperatur charakterisiert, sich auch als Schnittpunkt in den Leitfähigkeitskurven zeigen muß. Analoge Versuche wurden u. a. zur Verfolgung des gegenseitigen Verhaltens von Arragonit und Kalkspat angestellt.[1]

Ausgangsmaterial war das Hexahydrat $CaB_2O_4 \cdot 6H_2O$, dessen Darstellung anderorts beschrieben wurde.[2] Dasselbe zeigte im Dilatometer eine leicht zu verfolgende umkehrbare Verwandlung, unter Ausdehnung bzw. Kontraktion, Umwandlungstemperatur 45.5°. Als nun bei etwa 50° das Hexahydrat in Berührung mit Wasser gerührt wurde, zeigte das Mikroskop eine allmähliche Neubildung, und als nach Verschwinden des Hexahydrats die erhaltenen Kristalle isoliert und analysiert wurden, ergaben sich die Zahlen für Tetrahydrat $CaB_2O_4 \cdot 4H_2O$, und es lag nahe, die Umwandlung im Dilatometer als von Tetrahydratbildung herrührend zu betrachten.

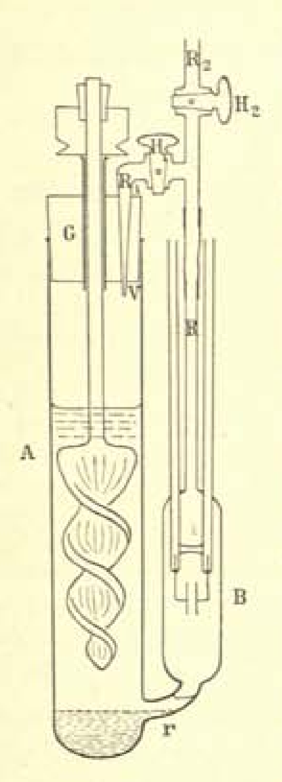
Die Leitfähigkeitsbestimmung erwies jedoch, daß die Verhältnisse anders liegen.

[1] Foote, Zeitschr. f. physik. Chemie 33, 740.

[2] Meyerhoffer und van't Hoff, Liebens Jubiläumsheft.

Alsbald zeigte sich bei dieser Leitfähigkeitsbestimmung, daß die Luftkohlensäure Einfluß hat, bzw. allmählich zersetzend auf das Calciumborat einwirkt, und so wurde mit ausgekochtem Wasser gearbeitet und der Zutritt der Kohlensäure während des Rührens durch folgende Kombination von Kohlrauschs (Tauch-) Elektrodengefäß und dem Meyerhofferschen Rührzylinder verhindert.

Etwa 2 cm über dem unteren Ende des zylindrischen Gefäßes A in der Figur befindet sich das Verbindungsröhrchen r, das zum Elektrodengefäß führt. Durch den Gummipfropfen G ist ein zweimal rechtwinklig gebogenes Glasrohr R_1 mit Hahn H_1 und kapillarer Verengung V gesteckt und mit seinem anderen Ende mittels eines Stückchens Gummischlauches an das Glasrohr R des Elektrodengefäßes angeschlossen. Außerdem gabelt es sich an der einen Biegung und das freie Rohrstück R_2, das ebenfalls einen Hahn H_2 trägt, führt zu einer mit Kalilauge beschickten Vorlage, durch die man von außen her mittels eines kleinen Gummiballgebläses Luft einpressen kann.



Die Ausführung der Versuche gestaltet sich nun folgendermaßen: Nachdem Lösung und Bodenkörper in den Zylinder A eingefüllt, derselbe durch G verschlossen und R_1 mit R verbunden ist, wird bei geschlossenem Hahn H_1 Luft durch das Gebläse in das Elektrodengefäß langsam eingepreßt. Hierdurch wird zunächst, was etwa an Lösung in B steht, nach A herübergedrängt. Dann beginnt die kohlensäurefreie Luft durch die Lösung in A in Blasen aufzusteigen. Längs der Achse des Rührers[1] entweichend, reißt sie nun die ursprünglich in A vorhandene kohlensäurehaltige Luft mit sich fort, so daß der Raum über der Lösung bald merklich kohlensäurefrei wird. Jetzt schließt man H_2 und setzt den Rührer in Tätigkeit. Da die Temperatur im Apparat konstant gehalten wird, so kann bei fallendem oder ungefähr gleichbleibendem Barometerstande keinesfalls Kohlensäure zur Lösung gelangen. Nur bei schnell steigendem Barometer wäre es zu befürchten. Wenn man aber bedenkt, daß in einem Liter Luft nur 100 mg Kohlensäure vorhanden sind, so sieht man, daß auch diese Gefahr nicht groß ist. Bei einem Barometeranstieg

[1] Das Schmiermittel (Vaseline) schließt diesen Ausweg oft so gut, daß man G bei Betätigung des Gebläses festhalten muß, damit es nicht herausgehoben wird.

von 8 mm, der von Messung zu Messung (6 Stunden genügen) wohl selten eintreten wird, würde in den etwa 40 ccm großen Luftraum über der Lösung nur etwa 0.04 mg Kohlensäure eindringen, vorausgesetzt, daß das Schmiermittel dem genannten Überdruck nicht mehr standhält.

Will man eine Widerstandsmessung ausführen, so arretiert man den Rührer, läßt die suspendierten Teilchen des Bodenkörpers absetzen, und nun, indem man H_1 öffnet, die Lösung im Widerstandsgefäß aufsteigen. Dies geschieht langsam nach Maßgabe der durch die Verengung *V* entweichenden Luft. Es ist hierbei unmöglich, daß von außen her kohlensäurehaltige Luft nach *A* herübergelange, da ja der Luftbedarf in *A* beim Niveauausgleich durch *B* gedeckt wird. Da *r* nach *A* zu Gefälle hat und deshalb während des Rührens gar keine Lösung in *B* zurückbleibt, so ist die Konzentration der nach *B* eingelassenen Lösung sofort die richtige, wie man nach wiederholtem Leeren und Füllen von *B* an der Übereinstimmung der Widerstandsmessung bemerkt. Eine etwaige Verstopfung von *V* durch kondensiertes Wasser konnte stets ohne Schwierigkeiten beseitigt werden. Eventuell hätte man nach Anbringung eines Hahnes an *R* die Möglichkeit, diese Stelle jederzeit freizublasen. Natürlich können die drei genannten Hähne auch durch einen einzigen Dreiweghahn ersetzt werden.

Da durch diese Einrichtung die Kohlensäure ferngehalten werden konnte, lagen die Verhältnisse einfach. Wenn man nach einer zyklischen stufenweisen Veränderung der Temperatur zur Anfangstemperatur zurückkehrte, ergab die Widerstandsmessung der gleichen Lösung dennoch jedesmal einen etwas kleineren Wert. Bei konstant gehaltener Temperatur dagegen ändert sich der Widerstand in derselben Zeit nur ganz wenig, was die Vermutung nahelegt, daß in den Boratkristallen kleine Einschlüsse vorhanden sind, die beim Auflösen der Kristalle freikommen. Tatsächlich bilden diese sich nur gut aus in (durch Kalk) alkalischer Lösung und zeigen nach Zusatz von Mannit gegenüber Phenolphthalein eine allerdings sehr schwache alkalische Reaktion.

Auch wiederholtes Abwaschen der Kristalle gab allmählich ansteigenden Widerstand, wie es Entfernung einer leichter löslichen Verunreinigung entspricht, und so sind die maximalen Widerstandswerte bei Sättigung als maßgebend betrachtet.

So wurde gefunden:

Kapazität des Elektrodengefäßes 0.158.

	$CaB_2O_4 \cdot 6H_2O$		$CaB_2O_4 \cdot 4H_2O$	
	Widerstand	Leitfähigkeit	Widerstand	Leitfähigkeit
20°	104	0.00152	101.3	0.00156
25°	84.7	0.00186	86.1	0.00183
30°	69	0.00229	74.2	0.00213

Deutlich zeigt sich also der Schnittpunkt unweit 23°, und die Methode würde wohl eine Genauigkeit bis auf 0.2° erlauben.

Die so durch Leitfähigkeit bestimmte neue Umwandlungstemperatur bestätigte sich zunächst dadurch, daß die im Dilatometer beobachtete Umwandlung bei 45.5° tatsächlich nicht von Tetrahydratbildung herrührt; vielmehr entsteht bei dieser Temperatur ein Bihydrat $CaB_2O_4 \cdot 2H_2O$. Dann aber war es auch möglich, die durch Leitfähigkeit gefundene Temperatur im Dilatometer wiederzufinden, allerdings mit großem Zeitaufwand. Eine feingepulverte Mischung von Hexa- und Tetrahydrat zu gleichen Mengen, zeigte im Dilatometer, Wasser als Füllflüssigkeit, bei 26° allmähliche Ausdehnung (1 mm an der Skala in fünf Tagen), bei 23° eine allmähliche Kontraktion (2 mm in zehn Tagen). Also eine Umwandlungstemperatur von 24°.

Die Leitfähigkeitsbestimmung ist also in diesem Fall durch Zeitersparnis überlegen, nur wirken kleine Verunreinigungen mitunter sehr störend.

Es war auch bei diesen neuaufgenommenen Dilatometerversuchen, daß eine zweite Form des Tetrahydrats auftauchte, welche aus der ersten durch Erhitzen in Kochsalzlösung, nach Impfen, leicht herzustellen ist und zu den bestausgebildeten Calciumboraten gehört.

Von diesem Tetrahydrat zeigte die Leitfähigkeitsbestimmung, daß auch bei gewöhnlicher Temperatur dasselbe das stabilere, weniger lösliche ist.

Auch dieser Befund wurde dilatometrisch bestätigt, indem auch noch bei 25° die neue Form unter bedeutender Kontraktion aus der anderen entsteht, allerdings überaus langsam. Indessen konnte durch Chlorkalium (das diese Umwandlungstemperatur nicht ändert) der Vorgang sehr wesentlich beschleunigt werden.

Über das Trägheitsgesetz der quadratischen Formen. II.

Von G. Frobenius.

Zur Berechnung der *Signatur* S einer quadratischen Form $F = \Sigma\, a_{\alpha\beta}\, x_\alpha x_\beta$ von n Variabeln $x_1, x_2, \cdots x_n$ hat Hr. Gundelfinger die folgende Regel entwickelt: Sei $A_0 = 1$ und A_λ die Determinante der Form

$$F_\lambda = \Sigma_{\alpha,\beta}{}_1^\lambda\, a_{\alpha\beta}\, x_\alpha x_\beta\,.$$

Wird der Einfachheit halber angenommen, daß $A_n = A$ von Null verschieden ist, so kann man die n Variabeln so anordnen, daß von den $n+1$ Größen $A_0, A_1 \cdots A_n$ nicht zwei aufeinander folgende verschwinden. Ist dann $s_\lambda = +1, -1$ oder 0, je nachdem A_λ positiv, negativ oder Null ist, so ist

$$(1.)\qquad S = \Sigma_\alpha{}_1^n\, s_{\alpha-1}\, s_\alpha\,.$$

Ist $s_\lambda = 0$, so haben $s_{\lambda-1}$ und $s_{\lambda+1}$ entgegengesetzte Vorzeichen. Daher ist auch dann $s_{\lambda-1}\, s_\lambda + s_\lambda\, s_{\lambda+1} = 0$, wenn s_λ für $A_\lambda = 0$ beliebig anders definiert wird.

In einer Arbeit *Die symmetrischen Zahlensysteme und der Satz von Sturm* im Bulletin international de l'Académie des Sciences de Bohême, 1906, zeigt Hr. Petr, wie man S berechnen kann, wenn von den Determinanten $A_1, \cdots A_{n-1}$ beliebig viele verschwinden. Sei r_λ $(\leq \lambda)$ der Rang von A_λ, $r_0 = 0$, $r_n = n$. Die Hauptunterdeterminanten des Grades r_λ von A_λ können nicht alle verschwinden, und die von Null verschiedenen haben alle dasselbe Vorzeichen s_λ $(s_0 = 1)$. Dann ist

$$(2.)\qquad S = \Sigma_\gamma{}_1^n\, s_{\gamma-1}\, s_\gamma\,.$$

Zwischen den Vorzeichen s_λ, die Hr. Petr in dieser scharfsinnigen Weise definiert hat, bestehen aber, wie er nicht bemerkt zu haben scheint, einfache Relationen, die es zunächst gestatten, seine Formel erheblich zu vereinfachen. Die Differenz $r_\lambda - r_{\lambda-1}$ kann nämlich nur einen der Werte 0, 1 oder 2 haben. Ist $r_\lambda = r_{\lambda-1}$, so ist, wie unmittelbar zu sehen, $s_\lambda = s_{\lambda-1}$. Ist aber $r_\lambda = r_{\lambda-1} + 2$, so ist stets $s_\lambda = -s_{\lambda-1}$. Nur wenn $r_\lambda = r_{\lambda-1} + 1$ ist, läßt sich zwischen s_λ und $s_{\lambda-1}$

keine Beziehung angeben. Der Fall, wo $r_\lambda = r_{\lambda-1}$ ist, kommt ebenso oft vor, wie der, wo $r_\lambda = r_{\lambda-1}+2$ ist. Daher heben sich die entsprechenden Glieder der Summe (2.) paarweise auf, und es ist

$$(3.)\qquad S = \Sigma\, s_{\alpha-1}\, s_\alpha \qquad (r_\alpha = r_{\alpha-1}+1),$$

wo α nur die unter den Indizes $1, 2, \cdots r$ durchläuft, für welche $r_\alpha = r_{\alpha-1}+1$ ist. In dieser reduzierten Gestalt stimmt aber die Formel des Hrn. Petr Glied für Glied mit der des Hrn. Gundelfinger überein, falls man in dieser die Summanden streicht, in denen $s_\lambda = 0$ ist. Indessen besitzt jede der beiden Auffassungen der Formel ihre besonderen Vorzüge.

Meine Abhandlung *Über das Trägheitsgesetz der quadratischen Formen,* Sitzungsberichte 1904, von der die vorliegende Arbeit eine Fortsetzung bildet, zitiere ich im folgenden mit *Tr.*

§ 1.

Eine reelle quadratische Form $F = \Sigma\, a_{\alpha\beta} x_\alpha x_\beta$ der n Variabeln $x_1, \cdots x_n$ läßt sich durch eine reelle orthogonale Substitution auf die Gestalt

$$a_1 y_1^2 + \cdots + a_p y_p^2 - a_{p+1} y_{p+1}^2 - \cdots - a_{p+q} y_{p+q}^2$$

bringen, worin $a_1, \cdots a_p, a_{p+1}, \cdots a_{p+q}$ *positive* (>0) Größen sind. Dann ist $p+q=r$ der *Rang* und $p-q=S$ die *Signatur* von F. Ist ε eine unendlich kleine positive Größe, so geht die Form

$$F^+ = F + \varepsilon\, \Sigma\, x_\alpha^2$$

durch dieselbe Substitution in

$$(a_1+\varepsilon) y_1^2 + \cdots (a_p+\varepsilon) y_p^2 - (a_{p+1}-\varepsilon) y_{p+1}^2 - \cdots - (a_r-\varepsilon) y_r^2 + \varepsilon y_{r+1}^2 + \cdots + \varepsilon y_n^2$$

über, und hat daher die Signatur

$$(1.)\qquad S^+ = S + (n-r).$$

Dagegen ist die Signatur der Form

$$F^- = F - \varepsilon\, \Sigma\, x_\alpha^2$$

gleich

$$(2.)\qquad S^- = S - (n-r).$$

Sei

$$F_\lambda = \sum_{\alpha,\beta}{}_1^\lambda\, a_{\alpha\beta} x_\alpha x_\beta,$$

sei A_λ die Determinante von F_λ, r_λ der Rang und S_λ die Signatur von F_λ. Ist dann

$$F_\lambda^+ = F_\lambda + \varepsilon \sum_\alpha{}_1^\lambda\, x_\alpha^2\,, \qquad F_\lambda^- = F_\lambda - \varepsilon \sum_\alpha{}_1^\lambda\, x_\alpha^2,$$

so ist

$$(3.)\qquad S_\lambda^+ = S_\lambda + (\lambda - r_\lambda)\,,\qquad S_\lambda^- = S_\lambda - (\lambda - r_\lambda)\,.$$

Ist speziell $r_\lambda = \lambda$, ist also die Determinante A_λ von Null verschieden, so ist

$$(4.)\qquad S_\lambda^+ = S_\lambda^- = S_\lambda\,.$$

Sei s_λ das Vorzeichen der Determinante der Form F_λ^+

$$A_\lambda^+ = \begin{vmatrix} a_{11}+\varepsilon \cdots & a_{1\lambda} \\ \cdot \quad \cdots & \cdot \\ a_{\lambda 1} \quad \cdots & a_{\lambda\lambda}+\varepsilon \end{vmatrix} = \varepsilon^\lambda + c_1\varepsilon^{\lambda-1} + \cdots + c_\lambda\,.$$

Ist $\rho = r_\lambda$ der Rang von A_λ, so ist $c_\lambda = c_{\lambda-1} = \cdots = c_{\rho+1} = 0$. Dagegen sind die Hauptunterdeterminanten ρ^{ten} Grades von A_λ nicht alle Null (*Tr.* § 2, Satz 3). Ist $\alpha, \beta, \cdots \vartheta$ ein System von ρ verschiedenen der Indizes $1, 2, \cdots n$, und $\varkappa, \lambda, \cdots \tau$ ein anderes, so setze ich

$$\left| a \begin{matrix} \alpha\beta\cdots\vartheta \\ \varkappa\lambda\cdots\tau \end{matrix} \right| = \begin{vmatrix} a_{\alpha\varkappa} & a_{\alpha\lambda} \cdots & a_{\alpha\tau} \\ a_{\beta\varkappa} & a_{\beta\lambda} \cdots & a_{\beta\tau} \\ \cdot & \cdot \;\cdots & \cdot \\ a_{\vartheta\varkappa} & a_{\vartheta\lambda} \cdots & a_{\vartheta\tau} \end{vmatrix}.$$

Dann ist, wenn ρ der Rang von A_λ ist,

$$\left| a \begin{matrix} \alpha\beta\cdots\vartheta \\ \alpha\beta\cdots\vartheta \end{matrix} \right| \cdot \left| a \begin{matrix} \varkappa\lambda\cdots\tau \\ \varkappa\lambda\cdots\tau \end{matrix} \right| = \left| a \begin{matrix} \alpha\beta\cdots\vartheta \\ \varkappa\lambda\cdots\tau \end{matrix} \right|^2,$$

weil in einer Matrix des Ranges ρ die Determinanten ρ^{ten} Grades aus ρ bestimmten Zeilen den entsprechenden Determinanten aus ρ andern Zeilen proportional sind. Mithin haben die von Null verschiedenen Hauptunterdeterminanten ρ^{ten} Grades von A_λ alle dasselbe Vorzeichen, ebenso ihre Summe c_ρ und folglich auch für ein unendlich kleines ε die Funktion

$$c_\rho\varepsilon^{\lambda-\rho} + c_{\rho+1}\varepsilon^{\lambda-\rho+1} + \cdots + c_1\varepsilon^{\lambda-1} + \varepsilon^\lambda.$$

Demnach kann s_λ auch als das gemeinsame Vorzeichen aller von Null verschiedenen Hauptunterdeterminanten r_λ^{ten} Grades von A_λ definiert werden (PETR. S. 6).

In derselben Weise erkennt man, daß das Vorzeichen der Determinante der Form F_λ^- gleich $(-1)^{\lambda-\rho}s_\lambda$ ist.

Unter den Determinanten

$$(5.)\qquad A_0, A_1, \cdots A_n$$

seien

$$A_0, A_\alpha, A_\beta, A_\gamma, \cdots A_\varkappa, A_\lambda, \cdots A_\nu$$

von Null verschieden, während alle anderen, z. B. $A_{\varkappa+1}, \cdots A_{\lambda-1}$ verschwinden. Dann ist

$$(6.)\quad S = S_\alpha + (S_\beta - S_\alpha) + (S_\gamma - S_\beta) + \cdots + (S_\lambda - S_\varkappa) + \cdots + (S_n - S_\nu)\,.$$

Da A_λ von Null verschieden ist, so ist $S_\lambda^+ = S_\lambda^- = S_\lambda$. Für die Form F_λ^+ sind aber die Determinanten $A_1^+, \cdots A_\lambda^+$ alle von Null verschieden. Daher ist die Signatur von F_λ^+ nach Jacobi gleich

$$S_\lambda = S_\lambda^+ = s_0 s_1 + \cdots + s_{\varkappa-1} s_\varkappa + s_\varkappa s_{\varkappa+1} + \cdots + s_{\lambda-1} s_\lambda .$$

Folglich ist

$$(7.)\qquad S_\lambda - S_\varkappa = S_\lambda^+ - S_\varkappa^+ = s_\varkappa s_{\varkappa+1} + \cdots + s_{\lambda-1} s_\lambda .$$

Ebenso ergibt sich

$$(8.)\qquad S_\lambda - S_\varkappa = S_\lambda^- - S_\varkappa^- = (-1)^{r_{\varkappa+1} - r_\varkappa - 1} s_\varkappa s_{\varkappa+1} + \cdots + (-1)^{r_\lambda - r_{\lambda-1} - 1} s_{\lambda-1} s_\lambda .$$

Da S_γ aus $S_{\gamma-1}$ durch Hinzufügung einer Zeile und einer Spalte entsteht, so kann $r_\gamma - r_{\gamma-1}$ nur einen der Werte $0, 1$ oder 2 haben. Demnach ist

$$(9.)\qquad S_\lambda - S_\varkappa = \Sigma\, s_{\alpha-1} s_\alpha \qquad (r_\alpha = r_{\alpha-1} + 1),$$

wo α nur die unter den Werten $\varkappa+1$ bis λ durchläuft, für die $r_\alpha - r_{\alpha-1}$ ungerade, also gleich 1 ist. Dagegen ist

$$(10.)\qquad 0 = \Sigma\, s_{\beta-1} s_\beta \qquad (r_\beta = r_{\beta-1} \text{ oder } r_{\beta-1}+2),$$

wo β nur die unter den Werten $\varkappa+1$ bis λ durchläuft, für die $r_\beta - r_{\beta-1}$ gerade, also gleich 0 oder 2 ist.

Ist B eine von Null verschiedene Hauptunterdeterminante des Grades $r_{\beta-1}$ von $A_{\beta-1}$, und ist $r_\beta = r_{\beta-1}$, so ist B auch eine von Null verschiedene Hauptunterdeterminante des Grades r_β von A_β. Folglich ist $s_\beta = s_{\beta-1}$. Ferner ist $r_\varkappa = \varkappa$ und $r_\lambda = \lambda$ und mithin

$$(r_{\varkappa+1} - r_\varkappa - 1) + (r_{\varkappa+2} - r_{\varkappa+1} - 1) + \cdots + (r_\lambda - r_{\lambda-1} - 1) = 0 .$$

Ein Glied $r_\gamma - r_{\gamma-1} - 1$ dieser Summe kann aber nur einen der Werte 0, $+1$ oder -1 haben. Da die Summe verschwindet, so sind ebenso viele ihrer Glieder gleich $+1$, wie gleich -1. Sind also t der Differenzen $r_\gamma - r_{\gamma-1}$ gleich 0, so sind auch t derselben gleich 2. Die Summe (10.) besteht aus $2t$ Gliedern, deren jedes gleich ± 1 ist. Für t derselben ist $r_\beta = r_{\beta-1}$, also $s_{\beta-1} s_\beta = +1$. Die Summe kann also nur dann verschwinden, wenn die übrigen t Glieder, für die $r_\beta = r_{\beta-1} + 2$ ist, den Wert -1 haben.

Ist $r_\beta = r_{\beta-1}$, so ist $s_\beta = s_{\beta-1}$; ist aber $r_\beta = r_{\beta-1} + 2$, so ist $s_\beta = -s_{\beta-1}$.

Speziell ist $r_{\varkappa+1} < \varkappa + 1$, also da $A_\varkappa$ von Null verschieden ist, $r_{\varkappa+1} = \varkappa = r_\varkappa$. Dagegen ist $r_{\lambda-1} < \lambda - 1 = r_\lambda - 1$ und $r_\lambda - r_{\lambda-1} \leq 2$, also $r_{\lambda-1} = r_\lambda - 2$. Daher ist stets

$$(11.)\qquad s_{\varkappa+1} = s_\varkappa ,\quad s_{\lambda-1} = -s_\lambda ;\quad r_{\varkappa+1} = r_\varkappa = \varkappa ,\quad r_{\lambda-1} = r_\lambda - 2 = \lambda - 2 .$$

In der Summe (7.) heben sich demnach stets die beiden Glieder $s_\varkappa s_{\varkappa+1} + s_{\lambda-1} s_\lambda$ auf, und mithin ist

$$(12.)\qquad \begin{aligned} S_\lambda - S_\varkappa &= s_{\varkappa+1} s_{\varkappa+2} + s_{\varkappa+2} s_{\varkappa+3} + \cdots + s_{\lambda-3} s_{\lambda-2} + s_{\lambda-2} s_{\lambda-1} \\ &= s_\varkappa \quad s_{\varkappa+2} + s_{\varkappa+2} s_{\varkappa+3} + \cdots + s_{\lambda-3} s_{\lambda-2} - s_{\lambda-2} s_\lambda . \end{aligned}$$

§ 2.

Ich betrachte jetzt einige spezielle Fälle. Ist $\lambda-\varkappa = 2$, so ist $s_\varkappa = s_{\varkappa+1} = -s_{\varkappa+2}$, also haben, wie bekannt, $A_\varkappa$ und $A_{\varkappa+2}$ entgegengesetzte Vorzeichen, und es ist

(1.) $$S_\lambda - S_\varkappa = 0 \qquad (\lambda-\varkappa=2).$$

Ist $\lambda-\varkappa = 3$, so ist nach (12.), § 1 $S_\lambda - S_\varkappa = s_{\varkappa+1}s_{\varkappa+2}$, oder weil $s_{\varkappa+1} = s_\varkappa$ und $s_{\varkappa+2} = -s_{\varkappa+3}$ ist,

(2.) $$S_\lambda - S_\varkappa = -s_\varkappa s_{\varkappa+3} \qquad (\lambda-\varkappa=3).$$

Diese Formel habe ich *Tr.* § 4 auf einem anderen Wege abgeleitet.

Ist $\lambda-\varkappa = 4$, so ist nach (12.), § 1

(3.) $$S_\lambda - S_\varkappa = s_{\varkappa+2}(s_\varkappa - s_{\varkappa+4}) \qquad (\lambda-\varkappa=4).$$

Außer den Vorzeichen $s_\varkappa$ und $s_\lambda = s_{\varkappa+4}$ der Determinanten $A_\varkappa$ und A_λ ist also nur noch das Vorzeichen $s_{\varkappa+2}$ zu berechnen. Auch das ist unnötig, wenn $s_\varkappa = s_\lambda$ ist. Dies tritt stets ein, wenn $r_{\varkappa+2}$, das nur die Werte $\varkappa$ oder $\varkappa+1$ haben kann, gleich $\varkappa$ ist. Denn dann ist

$$s_\varkappa = s_{\varkappa+1} = s_{\varkappa+2} = -s_{\varkappa+3} = s_{\varkappa+4}.$$

Ist $\lambda-\varkappa = 5$, so sind 4 Fälle möglich, es kann $r_{\varkappa+2} = \varkappa$ oder $\varkappa+1$, $r_{\varkappa+3} = \varkappa+1$ oder $\varkappa+2$ sein.

Als den Normalfall betrachte ich den, wo

$$r_\gamma = \gamma - 1 \qquad (\gamma = \varkappa+1, \cdots \lambda-1)$$

ist, wo also die Differenzen $r_\gamma - r_{\gamma-1}$ außer der ersten und der letzten alle gleich 1 sind. Dann läßt sich die Formel (12.), § 1

(4.) $$S_\lambda - S_\varkappa = s_\varkappa s_{\varkappa+2} + s_{\varkappa+2}s_{\varkappa+3} - s_{\varkappa+3}s_{\varkappa+5} \qquad (\lambda-\varkappa=5)$$

nicht weiter vereinfachen. In jedem der drei andern Fälle aber ergibt sich

(5.) $$S_\lambda - S_\varkappa = s_\varkappa s_{\varkappa+5} \qquad (\lambda-\varkappa=5).$$

Ist $\lambda-\varkappa = 6$, so sind 9 Fälle möglich. Die 8 nicht normalen Fälle lassen sich in folgender Art zusammenfassen: Es ist immer

(6.) $$S_\lambda - S_\varkappa = s_{\varkappa+2}(s_\varkappa + s_{\varkappa+6}), \qquad (r_{\varkappa+2} = \varkappa+1),$$

wenn $r_{\varkappa+2} = \varkappa+1$ ist. Ebenso ist

(7.) $$S_\lambda - S_\varkappa = s_{\varkappa+3}(s_\varkappa + s_{\varkappa+6}) \qquad (r_{\varkappa+3} = \varkappa+1)$$

und

(8.) $$S_\lambda - S_\varkappa = -s_{\varkappa+4}(s_\varkappa + s_{\varkappa+6}) \qquad (r_{\varkappa+4} = \varkappa+3).$$

Einer dieser drei Fälle tritt stets ein. Ist z. B. gleichzeitig $r_{\varkappa+2} = \varkappa+1$, $r_{\varkappa+3} = \varkappa+1$, $r_{\varkappa+4} = \varkappa+3$, so gilt jede der drei Formeln. Ist $s_{\varkappa+6} = -s_\varkappa$, so ist (außer in dem normalen Falle) immer $S_\lambda - S_\varkappa = 0$.

Dies tritt stets ein, wenn $r_{\varkappa+2}, r_{\varkappa+3}, r_{\varkappa+4}$ die Werte $\varkappa, \varkappa, \varkappa+2$ oder $\varkappa, \varkappa+2, \varkappa+2$ haben, wenn also die Differenzen $r_\gamma - r_{\gamma-1}$ alle gerade sind.

Ist $\lambda - \varkappa = 7$, so ist $S_\lambda - S_\varkappa$ in den 10 Fällen, wo nur eine der Differenzen $r_\gamma - r_{\gamma-1} = 1$ ist, gleich $-s_\varkappa s_{\varkappa+1}$, in den 10 Fällen, wo drei dieser Differenzen gleich 1 sind, ein dreigliedriger, und in dem normalen Falle ein fünfgliedriger Ausdruck.

Allgemein ist, wenn $\lambda - \varkappa$ ungerade ist, und von den Differenzen $s_\gamma - s_{\gamma-1}$ nur eine gleich 1 ist,

$$S_\lambda - S_\varkappa = (-1)^{\frac{1}{2}(\lambda-\varkappa-1)} s_\varkappa s_\lambda, \tag{9.}$$

weil von den $\lambda - \varkappa - 1$ übrigen Differenzen die Hälfte gleich 2 ist. (Vgl. *Tr.* § 8.) Ist aber $\lambda - \varkappa$ gerade, und sind nur zwei der Differenzen $s_\gamma - s_{\gamma-1}$ gleich 1, etwa $s_\alpha - s_{\alpha-1}$ und $s_\beta - s_{\beta-1}$, so ist

$$S_\lambda - S_\varkappa = \pm s_\gamma \left(s_\lambda - (-1)^{\frac{1}{2}(\lambda-\varkappa)} s_\varkappa\right), \tag{10.}$$

wo γ einer der zwischen α und $\beta - 1$ liegenden Indizes ist.

Ich habe hier nur ein Glied $S_\lambda - S_\varkappa$ der Summe (6.), § 1 betrachtet. Ist der Rang $r < n$, so erfordert das letzte Glied $S_n - S_r$ eine etwas abweichende Behandlung, auf die ich hier ihrer geringen praktischen Wichtigkeit halber nicht eingehe.

§ 4.

Zu den erhaltenen Resultaten kann man auch dadurch gelangen, daß man die Formel des Hrn. Petr direkt in die des Hrn. Gundelfinger überführt. Sei B_{r_γ} eine von Null verschiedene Hauptunterdeterminante des Grades r_γ von A_γ. Diese Determinanten kann man für $\gamma = \varkappa+1, \cdots \lambda$ so wählen, daß $B_{r_{\gamma-1}}$ in B_{r_γ} enthalten ist. Ist $r_\gamma = r_{\gamma-1}$, so kann man $B_{r_\gamma} = B_{r_{\gamma-1}}$ setzen. Ist $r_{\gamma-1} = r$ und $r_\gamma = r+1$, so ist $B_{r_{\gamma-1}} = B_r$ eine von Null verschiedene Hauptunterdeterminante von $A_{\gamma-1}$, also auch von A_γ. Nun gilt der Satz (*Tr.* § 2):

Wenn in einem symmetrischen System die Hauptdeterminante r^{ten} Grades B von Null verschieden ist, aber alle Hauptdeterminanten $(r+1)^{\text{ten}}$ und $(r+2)^{\text{ten}}$ Grades verschwinden, die B enthalten, so verschwinden alle Determinanten $(r+1)^{\text{ten}}$ Grades.

Die Hauptunterdeterminanten $(r+1)^{\text{ten}}$ und $(r+2)^{\text{ten}}$ Grades von A_γ, die B_r enthalten, können demnach nicht alle verschwinden, da $r+1$ der Rang von A_γ ist. Aus demselben Grunde verschwinden aber alle Unterdeterminanten $(r+2)^{\text{ten}}$ Grades von A_γ. Daher können die Hauptunterdeterminanten $(r+1)^{\text{ten}}$ Grades von A_γ, die B_r enthalten, nicht alle verschwinden. Mithin kann man die Determinante $B_{r_\gamma} = B_{r+1}$ so wählen, daß sie $B_{r_{\gamma-1}} = B_r$ enthält.

Sei endlich $r_{\gamma-1} = r$ und $r_\gamma = r+2$. Dann können die Hauptunterdeterminanten $(r+1)^{\text{ten}}$ Grades B_{r+1} und $(r+2)^{\text{ten}}$ Grades B_{r+2} von A_γ, die $B_{r_{\gamma-1}} = B_r$ enthalten, nicht alle verschwinden. Sind also die B_{r+1} alle Null, so gibt es eine von Null verschiedene Determinante $B_{r+2} = B_{r_\gamma}$. Ist aber ein B_{r+1} von Null verschieden, so ergibt sich, wie im vorigen Falle, daß eine Determinante B_{r+2}, die B_{r+1} enthält, von Null verschieden ist, weil $r+2$ der Rang von A_γ ist und folglich alle B_{r+3} verschwinden. Dann ist $B_r = B_{r_{\gamma-1}}$ in B_{r+1}, also auch in $B_{r+2} = B_{r_\gamma}$ enthalten.

Demnach kann man der Reihe nach die Determinanten

$$(1.)\quad B_{r_\varkappa} = A_\varkappa\,,\quad B_{r_{\varkappa+1}} = A_\varkappa\,,\quad B_{r_{\varkappa+2}}\,,\cdots\quad B_{r_{\lambda-1}}\,,\quad B_{r_\lambda} = A_\lambda$$

so bestimmen, daß jede die vorhergehenden enthält.

Nun ist s_β das Vorzeichen von B_{r_β}. Ist also $r_\beta = r_{\beta-1}$, so ist $B_{r_\beta} = B_{r_{\beta-1}}$, also $s_\beta = s_{\beta-1}$. Ist aber $r_{\beta-1} = r$ und $r_\beta = r+2$, so sei $B_r = B$ und $B_{r+2} = D$. Dann muß D die β^{te} Zeile von A_β enthalten. Denn sonst wäre $D = 0$ als Unterdeterminante $(r+2)^{\text{ten}}$ Grades von $A_{\beta-1}$. Sei

$$B = \left| a_{\xi,\cdots\sigma}^{\xi,\cdots\sigma} \right|\,,\quad D = \left| a_{\xi,\cdots\sigma,\tau,\beta}^{\xi,\cdots\sigma,\tau,\beta} \right|$$

und

$$C = \left| a_{\xi\cdots\sigma,\tau}^{\xi\cdots\sigma,\tau} \right|\,,\quad C' = \left| a_{\xi\cdots\sigma\tau}^{\xi\cdots\sigma\beta} \right|\,,\quad C'' = \left| a_{\xi,\cdots\sigma,\beta}^{\xi,\cdots\sigma,\beta} \right|.$$

Dann ist $BD = CC'' - C'^2$.

Als Unterdeterminante $(r+1)^{\text{ten}}$ Grades von $A_{\beta-1}$ ist $C = 0$. Daher haben B und D entgegengesetzte Vorzeichen, und mithin ist $s_\beta = -s_{\beta-1}$.

In der Reihe (1.) kommt es t mal vor, daß zwei aufeinander folgende Determinanten gleich sind. Läßt man von einem solchen Paar immer die eine weg, so hat man t Determinanten gestrichen. Ebenso kommt es t mal vor, daß die Grade zweier aufeinander folgender Determinanten $B_{r_{\beta-1}} = B_r = B$ und $B_{r_\beta} = B_{r+2} = D$ sich um 2 unterscheiden. Schiebt man zwischen diese $C = B_{r+1} = 0$ ein, so hat man ebenso viele Determinanten eingefügt wie weggelassen.

Auf diese Weise führt man aber die Reihe der Determinanten, mittels deren Hr. PETR die Zeichen s_γ definiert, in die Reihe derer über, die Hr. GUNDELFINGER zu diesem Zweck benutzt. Läßt man also in dessen Formel $s_{\lambda-1}s_\lambda + s_\lambda s_{\lambda+1}$ weg, falls $A_\lambda = 0$ ist, so stimmt sie Glied für Glied mit der Formel (9.) § 1 überein.

Über die Grundlagen der Mechanik.

Von Leo Koenigsberger.

Für eine demnächst erscheinende ausführliche Behandlung der verborgenen Bewegung und der unvollständigen Probleme in der Mechanik wägbarer Massen habe ich es zweckmässig gefunden, die Grundlagen für die Entwickelung der erweiterten Principien der Mechanik ein wenig anders und correcter, als ich es bisher in meinen Mittheilungen gethan, darzustellen, und auf diesem Wege vielleicht auch zu einer klareren Darlegung der Grundvorstellungen und Definitionen der Mechanik wägbarer Körper zu gelangen. Ich erlaube mir, diese Überlegungen in den folgenden Zeilen kurz zu skizziren.

Bewegt sich ein Punkt auf einer Graden L vermöge einer längs dieser Graden wirkenden Ursache oder Kraft, so wird das Maass dieser Kraft, welche die Lage des Punktes in jedem Momente zu ändern bestrebt ist, im Allgemeinen von der Zeit t, der Entfernung l dieses Punktes von einem festen Punkte O auf dieser Graden und von den nach der Zeit genommenen Ableitungen von l abhängen; dasselbe mag durch

$$K_l^{(\nu)} = f(t, l, l', \ldots l^{(2\nu)})$$

dargestellt werden, worin ν sowohl als der Charakter der Function f zunächst beliebig, aber bestimmt zu wählen sind und dieselben bleiben, nach welchem Gesetze auch die Bewegung des Punktes auf der Graden L vor sich gehen möge. Die in jedem einzelnen Probleme wirkende oder sollicitirende Kraft wird dadurch charakterisirt sein, dass die Beobachtung der betreffenden Erscheinung oder theoretische Erwägungen für die festgewählte Function $f(t, l, l', \ldots l^{(2\nu)})$ einen bestimmten, aus t, l und dessen Ableitungen zusammengesetzten Ausdruck $F(t, l, l', l'', \ldots)$ liefert, und die Bewegung sodann durch die Differentialgleichung

$$f(t, l, l', \ldots l^{(2\nu)}) = F(t, l, l', l'', \ldots) \tag{1}$$

beschrieben sein.

So wird, wenn als Maass der Kraft, wie es in der Mechanik wägbarer Massen auf Grund der Annahme von der Existenz des Trägheitsgesetzes geschieht, der Ausdruck ml'' gewählt wird, worin m

die Masse des Punktes bedeutet, der Werth dieses Ausdruckes für den verticalen Fall gleich mg gefunden, für die von einer in O gelegenen Masse μ nach den Newton'schen Gesetze ausgeübten Anziehung gleich $-\frac{m\mu}{l^2}$, und sich für die nach dem Weber'schen Gesetze erfolgende Attraction der Werth

$$-\frac{m\mu}{l^2}\,\frac{1-\frac{l'^2}{\varkappa^2}}{1+\frac{2\mu}{\varkappa^2 l}}$$

ergeben, worin $\varkappa$ eine Constante bedeutet, so dass die Bewegung des Punktes in diesen drei Problemen durch die Differentialgleichungen

$$(2)\qquad ml''=mg\,,\; ml''=-\frac{m\mu}{l^2}\,,\; ml''=-\frac{m\mu}{l^2}\,\frac{1-\frac{l'^2}{\varkappa^2}}{1+\frac{2\mu}{\varkappa^2 l}}$$

dargestellt wird. Würde man jedoch als Maass einer Kraft z. B. den Ausdruck

$$\frac{2ml''}{l}-\frac{ml'^2}{l^2}$$

gewählt haben, so würde sich für die beiden letzterwähnten Attractionsprobleme als Werth dieser Kraft

$$-\frac{2m\mu}{l^3}-\frac{ml'^2}{l^2}\quad\text{und}\quad\frac{-m\varkappa^2(2\mu+ll'^2)}{l^2(\varkappa^2 l+2\mu)}$$

ergeben.

Bemerkt man endlich, dass in den drei durch die Gleichungen (2) beschriebenen Bewegungen das Maass der Kraft ml'' sich in die Form setzen lässt

$$-\frac{\partial T}{\partial l}+\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial l'}\,,$$

wenn $T=\frac{1}{2}ml'^2$ angenommen wird, während die sollicitirende Kraft in jenen drei Problemen die Gestalt hat

$$\frac{\partial W}{\partial l}-\frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial l'}\,,$$

worin

$$W=mgl,\; W=\frac{m\mu}{l}\,,\; W=\frac{m\mu}{l}\left(1+\frac{l'^2}{\varkappa^2}\right)$$

ist, so werden die drei Differentialgleichungen (2) in die einheitliche

Form gebracht werden können

$$-\frac{\partial T}{\partial l}+\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial l'}=\frac{\partial W}{\partial l}-\frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial l'}$$

oder

$$\frac{\partial(-T-W)}{\partial l}-\frac{d}{dt}\frac{\partial(-T-W)}{\partial l'}=0.$$

Dem analog unterwerfe man ganz allgemein das Maass der Kraft der Bedingung, ein kinetisches Potential zu besitzen, oder mache die Annahme, dass die Kraft durch eine Function $f(t, l, l', \dots l^{(2\nu)})$ von der Beschaffenheit gemessen werden soll, dass eine Function

$$T_l^{(\nu)}(t, l, l', \dots l^{(\nu)})$$

existirt, welche die Gleichung

$$(3)\qquad f(t, l, l', \dots l^{(2\nu)})=K_l^{(\nu)}=-\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l}+\frac{d}{dt}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l'}-\frac{d^2}{dt^2}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l''}+\dots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l^{(\nu)}}$$

identisch befriedigt, wofür die für die Existenz eines kinetischen Potentials nothwendigen und hinreichenden Bedingungen bekanntlich durch die identisch zu erfüllenden Gleichungen gegeben sind

$$2\frac{\partial f}{\partial l^{(\rho)}}-(\rho+1)_1\frac{d}{dt}\frac{\partial f}{\partial l^{(\rho+1)}}+(\rho+2)_2\frac{d^2}{dt^2}\frac{\partial f}{\partial l^{(\rho+2)}}-\dots-(2\nu)_{2\nu-\rho}\frac{d^{2\nu-\rho}}{dt^{2\nu-\rho}}\frac{\partial f}{\partial l^{(2\nu)}}=0\qquad(\rho=1, 3, 5, \dots 2\nu-1).$$

Bewegt sich der Punkt auf der Geraden L vermöge der auf ihn längs L wirkenden Kraft über die unendlich kleine Strecke δl, so soll

$$(4)\qquad A_l^{(\nu)}=K_l^{(\nu)}\,\delta l=f(t, l, l', \dots, l^{(2\nu)})\,\delta l$$

als Maass der Arbeit bezeichnet werden, welche die beschleunigende Kraft $K_l^{(\nu)}$ leistet, während der Punkt die Strecke δl beschreibt und somit nach (3) durch

$$(5)\qquad A_l^{(\nu)}=\left(-\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l}+\frac{d}{dt}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l'}-\dots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l^{(\nu)}}\right)\delta l$$

oder durch

$$(6)\qquad A_l^{(\nu)}=\delta T_l^{(\nu)}-\frac{d}{dt}\left\{\left(\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l'}-\frac{d}{dt}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l''}+\dots\right)\delta l+\left(\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l''}-\frac{d}{dt}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l'''}+\dots\right)\delta l'+\dots+\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l^{(\nu)}}\,\delta l^{(\nu-1)}\right\}$$

dargestellt sein.

Wird der Punkt jedoch von der längs L wirkenden Kraft nicht längs dieser Geraden getrieben, so genügt zur Beschreibung seiner Bewegung nicht mehr eine Differentialgleichung (1), sondern wir müssen aus (1) drei Differentialgleichungen in den Coordinaten x, y, z herzuleiten im Stande sein. Hat z. B. die längs L wirkende Kraft $F(t, l, l' l'', \ldots)$ die Eigenschaft, dass die der Wegstrecke δl zugehörige Arbeitsleistung so gross ist als die Summe der von den Projectionen der Kraft auf die X, Y, Z-Axen, als Kräfte aufgefasst, geleisteten Arbeit für die Wegstrecken $\delta x, \delta y, \delta z$, welche die Projectionen von δl darstellen sollen, oder dass der Satz vom Parallelogramm der Kräfte gilt, so wird dasselbe auch für das Maass der Arbeitsleistung und das Maass der Kraft für die drei Bilder des Punktes auf den drei Coordinatenaxen gelten müssen, und daher, wenn sich aus der Differentialgleichung (1) drei Differentialgleichungen ergeben sollen, $T_l^{(\nu)}$ in (3) so gewählt werden müssen, dass $f(t, l, l', \ldots l^{(2\nu)})$ eben diesen Bedingungen genügt. Dies wird z. B. in der Mechanik wägbarer Massen für die durch den Ausdruck

$$K_l^{(1)} = -\frac{\partial T_l^{(1)}}{\partial l} + \frac{d}{dt}\frac{\partial T_l^{(1)}}{\partial l'}$$

definirten Kräfte erster Ordnung der Fall sein, wenn

$$T_l^{(1)} = \tfrac{1}{2} m l'^2, \text{ also } K_l^{(1)} = m l''$$

gewählt wird, da die Ausdrücke mx'', my'', mz'' die Projectionen von ml'' auf die drei rechtwinkligen Axen zugleich das Maass der Kräfte darstellen, welche auf die Bilder des Punktes auf der X, Y, Z-Axe einwirken, so dass sich aus

$$ml'' = F(t, l, l', \ldots) \tag{7}$$

die 3 Differentialgleichungen

$$mx'' = F(t, l, l', \ldots)\cos\alpha, \quad my'' = F(t, l, l', \ldots)\cos\beta, \quad mz'' = F(t, l, l', \ldots)\cos\gamma$$

ergeben, wenn α, β, γ die Winkel sind, welche die Linie L, längs deren die Kraft wirkt, mit den 3 Coordinatenaxen bildet.

Gelten für die wirkenden Kräfte andere allgemeine Gesetze bezüglich ihrer Zusammensetzung und Arbeitsleistung, so würde, um aus (7) wieder drei Differentialgleichungen herleiten zu können, $K_l^{(1)}$ anderen Bedingungen unterworfen, oder für $T_l^{(1)}$ andere Functionalausdrücke gewählt werden müssen.

Betrachten wir nun allgemein Kräfte ν^{ter} Ordnung und sei

$$T_l^{(\nu)}(t, l, l', \ldots l^{(\nu)}, a_1, a_2, \ldots)$$

eine willkürlich gewählte Function von $t, l, l', \ldots l^{(\nu)}$, in welcher $a_1, a_2, \ldots$ feste Constanten bedeuten, wie es die Masse m in der Mechanik wäg-

barer Körper in dem Ausdrucke $T_l^{(1)} = \frac{1}{2} m l'^2$ ist, so mögen mit Beibehaltung dieser constanten Werthe dieselben Functionen

$$T_x^{(\nu)}(t, x, x', \ldots x^{(\nu)}, a_1, a_2, \ldots), \quad T_y^{(\nu)}(t, y, y', \ldots y^{(\nu)}, a_1, a_2, \ldots),$$
$$T_z^{(\nu)}(t, z, z', \ldots z^{(\nu)}, a_1, a_2, \ldots)$$

der Variabeln x, y, z gebildet und

$$T_x^{(\nu)} + T_y^{(\nu)} + T_z^{(\nu)} = T^{(\nu)} \tag{8}$$

gesetzt werden, worin jetzt $T^{(\nu)}$ eine Function von t, x, y, z und deren Ableitungen bis zur ν^{ten} Ordnung hin ist, wie sie in der Mechanik die lebendige Kraft eines Punktes

$$T^{(1)} = \tfrac{1}{2} m x'^2 + \tfrac{1}{2} m y'^2 + \tfrac{1}{2} m z'^2$$

darstellt.

Nach einem bekannten Satze ist aber, wenn x_i, y_i, z_i $(i = 1, 2, \ldots n)$ beliebige Functionen von $p_1, p_2, \ldots p_\mu$ sind, und V irgend eine Function von t, x_i, y_i, z_i und den nach t genommenen Ableitungen dieser Grössen bis zur ν^{ten} Ordnung hin darstellt,

$$\begin{aligned}(9)\quad \sum_1^\mu{}_\lambda \sum_1^n{}_i \Bigg\{ & \left[-\left(\frac{\partial V}{\partial x_i}\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial V}{\partial x_i'}\right) - \ldots + (-1)^{\nu-1} \frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial V}{\partial x_i^{(\nu)}}\right)\right]\left(\frac{\partial x_i}{\partial p_\lambda}\right) \\ & + \left[-\left(\frac{\partial V}{\partial y_i}\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial V}{\partial y_i'}\right) - \ldots + (-1)^{\nu-1} \frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial V}{\partial y_i^{(\nu)}}\right)\right]\left(\frac{\partial y_i}{\partial p_\lambda}\right) \\ & + \left[-\left(\frac{\partial V}{\partial z_i}\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial V}{\partial z_i'}\right) - \ldots + (-1)^{\nu-1} \frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial V}{\partial z_i^{(\nu)}}\right)\right]\left(\frac{\partial z_i}{\partial p_\lambda}\right)\Bigg\} \delta p_\lambda \\ = \sum_1^\mu{}_\lambda \Bigg\{ & -\frac{\partial(V)}{\partial p_\lambda} + \frac{d}{dt}\frac{\partial(V)}{\partial p_\lambda'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(V)}{\partial p_\lambda^{(\nu)}}\Bigg\}\delta p_\lambda\end{aligned}$$

oder wenn die Variationen $\delta p_1, \delta p_2, \ldots \delta p_\lambda$ von einander unabhängig sind,

$$\begin{aligned}(9a)\quad \sum_1^n{}_i \Bigg\{ & \left[-\left(\frac{\partial V}{\partial x_i}\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial V}{\partial x_i'}\right) - \ldots + (-1)^{\nu-1} \frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial V}{\partial x_i^{(\nu)}}\right)\right]\left(\frac{\partial x_i}{\partial p_\lambda}\right) \\ & + \left[-\left(\frac{\partial V}{\partial y_i}\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial V}{\partial y_i'}\right) - \ldots + (-1)^{\nu-1} \frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial V}{\partial y_i^{(\nu)}}\right)\right]\left(\frac{\partial y_i}{\partial p_\lambda}\right) \\ & + \left[-\left(\frac{\partial V}{\partial z_i}\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial V}{\partial z_i'}\right) - \ldots + (-1)^{\nu-1} \frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial V}{\partial z_i^{(\nu)}}\right)\right]\left(\frac{\partial z_i}{\partial p_\lambda}\right)\Bigg\} \\ = & -\frac{\partial(V)}{\partial p_\lambda} + \frac{d}{dt}\frac{\partial(V)}{\partial p_\lambda'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(V)}{\partial p_\lambda^{(\nu)}} \quad (\lambda = 1, 2, 3, \ldots \mu),\end{aligned}$$

worin die Klammern anzeigen, dass diejenigen Werthe der eingeklammerten Grössen gemeint sind, die man erhält, wenn man für x_i, y_i, z_i und deren Ableitungen die als Functionen von $t, p_1, p_2, \ldots p_\mu$ und deren Ableitungen gegebenen Ausdrücke einsetzt.

Man erhält somit, wenn man

$$x = l\cos\alpha, \quad y = l\cos\beta, \quad z = l\cos\gamma$$

setzt, vermöge (9a)

$$(10)\quad \left[-\left(\frac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x}\right)+\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x'}\right)-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x^{(\nu)}}\right)\right]\cos\alpha$$
$$=-\frac{\partial(T_x^{(\nu)})}{\partial l}+\frac{d}{dt}\frac{\partial(T_x^{(\nu)})}{\partial l'}-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(T_x^{(\nu)})}{\partial l^{(\nu)}}$$

und die analogen Gleichungen für $T_y^{(\nu)}$ und $T_z^{(\nu)}$, und durch deren Addition mit Berücksichtigung von (8)

$$(11)\quad \left[-\left(\frac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x}\right)+\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x'}\right)-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x^{(\nu)}}\right)\right]\cos\alpha$$
$$+\left[-\left(\frac{\partial T_y^{(\nu)}}{\partial y}\right)+\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_y^{(\nu)}}{\partial y'}\right)-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial T_y^{(\nu)}}{\partial y^{(\nu)}}\right)\right]\cos\beta$$
$$+\left[-\left(\frac{\partial T_z^{(\nu)}}{\partial z}\right)+\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_z^{(\nu)}}{\partial z'}\right)-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial T_z^{(\nu)}}{\partial z^{(\nu)}}\right)\right]\cos\gamma$$
$$=-\frac{\partial(T^{(\nu)})}{\partial l}+\frac{d}{dt}\frac{\partial(T^{(\nu)})}{\partial l'}-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(T^{(\nu)})}{\partial l^{(\nu)}}.$$

Verlangt man nun zum Zwecke der Bestimmung eines Maasses der Kraft und der Arbeit, dass der Satz vom Parallelogramm der Kräfte oder der Summation der Arbeit besteht, um, wie oben entwickelt worden, je eine Differentialgleichung in drei auf die Coordinatenaxen bezügliche zu zerlegen, werden also $T_l^{(\nu)}, T_x^{(\nu)}, T_y^{(\nu)}, T_z^{(\nu)}$ der Bedingung unterworfen, dass

$$(12)\quad \left[-\left(\frac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x}\right)+\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x'}\right)-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x^{(\nu)}}\right)\right]\cos\alpha$$
$$+\left[-\left(\frac{\partial T_y^{(\nu)}}{\partial y}\right)+\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_y^{(\nu)}}{\partial y'}\right)-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial T_y^{(\nu)}}{\partial y^{(\nu)}}\right)\right]\cos\beta$$
$$+\left[-\left(\frac{\partial T_z^{(\nu)}}{\partial z}\right)+\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T_z^{(\nu)}}{\partial z'}\right)-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial T_z^{(\nu)}}{\partial z^{(\nu)}}\right)\right]\cos\gamma$$
$$=-\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l}+\frac{d}{dt}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l'}-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l^{(\nu)}}$$

ist, so werden vermöge (11) und (12) $T_l^{(\nu)}$ und $(T^{(\nu)})$ der Beziehung genügen müssen

$$(13)\quad -\frac{\partial(T^{(\nu)})}{\partial l}+\frac{d}{dt}\frac{\partial(T^{(\nu)})}{\partial l'}-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(T^{(\nu)})}{\partial l^{(\nu)}}$$
$$=-\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l}+\frac{d}{dt}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l'}-\ldots+(-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l^{(\nu)}}.$$

Hieraus folgt aber leicht, dass $T_l^{(\nu)}$ eine homogene Function zweiten Grades von l und dessen nach t genommenen Ableitungen bis zur ν^{ten} Ordnung hin sein muss, für welche, wenn

$$(14)\qquad T_l^{(\nu)} = a_{00}(t)l^2 + a_{11}(t)l'^2 + \ldots + a_{\nu\nu}(t)l^{(\nu)2} + 2a_{01}(t)ll' + 2a_{02}(t)ll'' + \ldots + 2a_{\nu-1\,\nu}(t)l^{(\nu-1)}l^{(\nu)}$$

gesetzt wird,

$$(T^{(\nu)}) = (T_x^{(\nu)}) + (T_y^{(\nu)}) + (T_z^{(\nu)}) = a_{00}(t)l^2(\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma) + \ldots + 2a_{\nu-1\,\nu}(t)l^{(\nu-1)}l^{(\nu)}(\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma) = T_l^{(\nu)}$$

folgt, und wir erhalten somit für das Maass der Kraft den in l und den Ableitungen dieser Grösse bis zur $2\nu^{\text{ten}}$ Ordnung hin linearen homogenen Ausdruck

$$(15)\qquad K_l^{(\nu)} = -2a_{00}(t)l - 2a_{01}(t)l' - \ldots - 2a_{0\nu}(t)l^{(\nu)} + \frac{d}{dt}\left(2a_{01}(t)l + 2a_{11}(t)l' + \ldots + 2a_{\nu 1}(t)l^{(\nu)}\right) - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(2a_{0\nu}(t)l + 2a_{1\nu}(t)l' + \ldots + 2a_{\nu\nu}(t)l^{(\nu)}\right).$$

Hieraus folgt aber, dass die Gleichung

$$(16)\qquad K_l^{(\nu)} = -\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l} + \frac{d}{dt}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l^{(\nu)}} = F(t, l, l', l'', \ldots),$$

wie unmittelbar aus der Form von (14) oder (15) ersichtlich, in die drei andern zerfällt

$$(17)\qquad \begin{cases} -\dfrac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x} + \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\dfrac{d^\nu}{dt^\nu}\dfrac{\partial T_x^{(\nu)}}{\partial x^{(\nu)}} = F(t, l, l', l'', \ldots)\cos\alpha \\ -\dfrac{\partial T_y^{(\nu)}}{\partial y} + \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial T_y^{(\nu)}}{\partial y'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\dfrac{d^\nu}{dt^\nu}\dfrac{\partial T_y^{(\nu)}}{\partial y^{(\nu)}} = F(t, l, l', l'', \ldots)\cos\beta \\ -\dfrac{\partial T_z^{(\nu)}}{\partial z} + \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial T_z^{(\nu)}}{\partial z'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\dfrac{d^\nu}{dt^\nu}\dfrac{\partial T_z^{(\nu)}}{\partial z^{(\nu)}} = F(t, l, l', l'', \ldots)\cos\gamma, \end{cases}$$

und wir finden somit als nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass sich das Maass der Kraft für die Bewegung der Bilder auf den Coordinatenaxen durch die Projectionen des Maasses der Kraft auf der Linie L auf eben diese Axen darstellen lasse, oder dass unter der Annahme des Satzes von dem Parallelogramm der Kräfte oder der Summation der Arbeit die Bewegungsgleichung (16) in die drei entsprechenden (17) zerfällt, die, dass $T_l^{(\nu)}$ eine homogene Function 2ten Grades von $l, l', \ldots l^{(\nu)}$ ist, von welcher sich $T_x^{(\nu)}, T_y^{(\nu)}, T_z^{(\nu)}$ nur durch Substitution der Variabeln x, y, z statt l unterscheiden, während die Coefficienten dieser Glieder 2ten Grades dieselben Functionen von t, mit denselben Constanten versehen, darstellen.

Fügen wir endlich noch die Bedingung hinzu, dass das Maass der Kraft die Zeit t nicht explicite enthalten soll, was ohne Beschränkung der Allgemeinheit vorausgesetzt werden darf, daß also nach (14)

$$T_l^{(\nu)} = a_{00}l^2 + a_{11}l'^2 + \ldots + a_{\nu\nu}l^{(\nu)2} + 2a_{01}ll' + \ldots + 2a_{\nu-1,\nu}l^{(\nu-1)}l^{(\nu)}$$

ist, worin die Grössen $a_{\alpha\beta}$ Constanten bedeuten, so würde das Maass der Kraft, wie aus (15) leicht zu sehen, durch den Ausdruck dargestellt sein

$$K_l^{(\nu)} = -2a_{00}l + 2(a_{11} - 2a_{02})l'' - 2(a_{22} - 2a_{13})l'''' + \ldots$$
$$+ (-1)^{\nu-2}2(a_{\nu-1,\nu-1} - 2a_{\nu-2,\nu})l^{(2\nu-2)} + (-1)^{\nu-1}2a_{\nu\nu}l^{(2\nu)}.$$

Setzt man daher, ebenfalls ohne Einschränkung des Ausdruckes für das Maass der Kraft,

$$2a_{00} = \alpha_0,\ 2a_{11} = \alpha_1, \ldots 2a_{\nu\nu} = \alpha_\nu,\ a_{02} = a_{13} = a_{24} = \ldots = a_{\nu-2,\nu} = 0,$$

so erhalten wir unter Voraussetzung des Satzes von der Summation der Arbeit und unter der Bedingung, dass das Maass der Kraft die Zeit nicht explicite enthält, als allgemeinsten Ausdruck für dieses Maass

$$(18)\qquad K_l^{(\nu)} = -\alpha_0 l + \alpha_1 l'' - \alpha_2 l'''' + \ldots + (-1)^{\nu-1}\alpha_\nu l^{(2\nu)},$$

worin die α beliebige Constanten bedeuten, und wir werden diesen Ausdruck aus der Form

$$K_l^{(\nu)} = -\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l} + \frac{d}{dt}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T_l^{(\nu)}}{\partial l^{(\nu)}}$$

erhalten, wenn wir $T_l^{(\nu)}$ die Form geben

$$(19)\qquad T_l^{(\nu)} = \tfrac{1}{2}(\alpha_0 l^2 + \alpha_1 l'^2 + \alpha_2 l''^2 + \ldots + \alpha_\nu l^{(\nu)2}),$$

in welchem Falle wir $T_l^{(\nu)}$ die lebendige Kraft nennen können.

In der Mechanik wägbarer Massen ergäbe sich somit nach den gemachten Voraussetzungen allgemein

$$T_l^{(1)} = \tfrac{1}{2}(\alpha_0 l^2 + \alpha_1 l'^2),\ K_l^{(1)} = -\alpha_0 l + \alpha_1 l'',$$

worin α_1 die Masse des Punktes bedeutet, und wenn noch die Bedingung hinzugefügt wird, dass das Maass der Kraft von dem Orte unabhängig sein soll, in welchem sich der Punkt auf der Geraden L befindet, $\alpha_0 = 0$ und daher die lebendige Kraft und das Kräftemaass in der Form

$$T_l^{(1)} = \tfrac{1}{2}\alpha l'^2,\ K_l^{(1)} = \alpha_1 l'',$$

welche Ausdrücke nichts Anderes aussagen als dass, wenn gar keine Kraft wirkt, das Trägheitsgesetz bestehen oder der Punkt sich auf der Geraden mit constanter Geschwindigkeit bewegen soll. Fügt man dem analog auch für $\nu > 1$ zu den oben aufgestellten Bedingungen, dass das Maass der Kraft ν^{ter} Ordnung dem Satz von der Summation der Arbeit unterliegen und nicht von der Zeit explicite abhängen soll,

noch die hinzu, dass dasselbe auch von $l, l'', l^{('''')}, \dots l^{(2\nu)}$ unabhängig ist, so wird sich

$$T_l^{(\nu)} = \tfrac{1}{2}\alpha_\nu l^{(\nu)2}, \; K_l^{(\nu)} = (-1)^{\nu-1}\alpha_\nu l^{(2\nu)}$$

ergeben, und, dem Trägheitsgesetz in der Mechanik wägbarer Massen entsprechend, für den Fall, dass gar keine Kraft wirkt, also $l^{(2\nu)} = 0$ ist, die Bewegung des Punktes auf der Geraden L durch

$$l = c_0 + c_1 t + c_2 t^2 + \dots + c_{2\nu-1} t^{2\nu-1}$$

beschrieben werden.

Unterwirft man ohne weitere Voraussetzungen das Maass der Kraft ν^{ter} Ordnung nur der Bedingung, dass dasselbe von $l, l', l'', \dots l^{(\nu)}$ unabhängig sein soll, so ergeben sich, wie ich im § 3 meiner »Principien der Mechanik« gezeigt habe, für das Maass der Kraft die Formen

$$K_l^{(\nu)} = A_0 l^{(2\nu)} + A_2 l^{(2\nu-2)} + \dots + A_{\nu-1} l^{(\nu+1)}, \text{ wenn } \nu \text{ ungerade}$$

und

$$K_l^{(\nu)} = A_0 l^{(2\nu)} + A_2 l^{(2\nu-2)} + \dots + A_{\nu-2} l^{(\nu+2)}, \text{ wenn } \nu \text{ gerade,}$$

und als zugehörige Werthe von $T_l^{(\nu)}$ die Ausdrücke

$$T_l^{(\nu)} = -\tfrac{1}{2}\left\{(-1)^\nu A_0 l^{(\nu)2} + (-1)^{\nu-1} A_2 l^{(\nu-1)2} + \dots + (-1)^{\frac{\nu+1}{2}} A_{\nu-1} l^{\left(\frac{\nu+1}{2}\right)2}\right\}$$

und

$$T_l^{(\nu)} = -\tfrac{1}{2}\left\{(-1)^\nu A_0 l^{(\nu)2} + (-1)^{\nu-1} A_2 l^{(\nu-1)2} + \dots + (-1)^{\frac{\nu}{2}+1} A_{\nu-2} l^{\left(\frac{\nu}{2}+1\right)2}\right\},$$

Resultate, die aus den für die Existenz eines kinetischen Potentials nothwendigen und hinreichenden Bedingungen hergeleitet werden. Wir erkennen nunmehr aus den vorher angestellten Betrachtungen, dass die vorher erwähnte Bedingung den Satz von der Summation der Arbeit oder von dem Parallelogramm der Kräfte nothwendig nach sich zieht.

Wir werden nun sagen, eine nach der Linie L wirkende Kraft besitzt eine Kräftefunction W, wenn dieselbe einerseits dem Satze von dem Parallelogramm der Kräfte genügt, andererseits ihre 3 Componenten nach der x, y, z-Axe sich durch die von x, y, z und deren nach t genommenen Ableitungen abhängige Function W in der Form darstellen lassen

$$\frac{\partial W}{\partial x} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial x'} + \dots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial x^{(\nu)}}$$

$$\frac{\partial W}{\partial y} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial y'} + \dots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial y^{(\nu)}}$$

$$\frac{\partial W}{\partial z} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial z'} + \dots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial z^{(\nu)}},$$

so dass vermöge (18) die drei Bewegungsgleichungen die Form annehmen

$$(20)\begin{cases} -\alpha_0 x + \alpha_1 x'' - \alpha_2 x'''' + \ldots + (-1)^{\nu-1}\alpha_\nu x^{(2\nu)} \\ \qquad = \frac{\partial W}{\partial x} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial x'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial x^{(\nu)}} \\ -\alpha_0 y + \alpha_1 y'' - \alpha_2 y'''' + \ldots + (-1)^{\nu-1}\alpha_\nu y^{(2\nu)} \\ \qquad = \frac{\partial W}{\partial y} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial y'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial y^{(\nu)}} \\ -\alpha_0 z + \alpha_1 z'' - \alpha_2 z'''' + \ldots + (-1)^{\nu-1}\alpha_\nu z^{(2\nu)} \\ \qquad = \frac{\partial W}{dz} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{dz'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial z^{(\nu)}}. \end{cases}$$

Ist die längs L wirkende Kraft ν^{ter} Ordnung durch den Ausdruck gegeben

$$(21)\quad F(t, l, l', \ldots l^{(2\nu)}) = \frac{\partial W_l}{\partial l} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W_l}{\partial l'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W_l}{\partial l^{(\nu)}},$$

in welchem W_l eine Function von l und deren nach t genommenen ν ersten Ableitungen ist, die durch die Substitution von $l^2 = x^2 + y^2 + z^2$ in die Function W von x, y, z und deren Ableitungen übergehen möge, so ergiebt sich aus dem Hülfssatz (9a), dass

$$\left(\left(\frac{\partial W_l}{\partial l}\right) - \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial W_l}{\partial l'}\right) + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial W_l}{\partial l^{(\nu)}}\right)\right)\frac{\partial l}{\partial x}$$
$$= \frac{\partial W}{\partial x} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial x'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial x^{(\nu)}}$$

und die beiden ähnlichen Beziehungen für y und z, woraus nach (20) folgt, dass, wenn die Kraft durch die Gleichung (21) gegeben ist, dieselbe eine Kräftefunction besitzen wird. So ist für den Fall des WEBER'schen Gesetzes die Kraft erster Ordnung, welche der Bedingung von der Summation der Arbeit unterworfen ist, durch den Ausdruck

$$\frac{\partial W_l}{\partial l} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W_l}{\partial l'}$$

gegeben, wenn

$$W_l = \frac{m\mu}{l}\left(1 + \frac{l'^2}{\kappa^2}\right)$$

ist, und es werden daher, wenn das Maass der Kraft von l unabhängig sein soll, wie oben gezeigt, sich die drei Bewegungsgleichungen ergeben

$$mx'' = \frac{\partial W}{\partial x} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial x'}, \quad my'' = \frac{\partial W}{\partial y} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial y'}, \quad mz'' = \frac{\partial W}{\partial z} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial z'}.$$

worin W der Werth von W_l ist, wenn in diesen $l^2 = x^2 + y^2 + z^2$ substituirt wird.

Sei nun ein freies System von n Punkten mit den Coordinaten x_i, y_i, z_i $(i = 1, 2, \ldots n)$ gegeben, und möge unter Voraussetzung des Satzes von der Zerlegbarkeit der Kräfte auf den i^{ten} Punkt eine Kraft einwirken, deren Componenten mit X_i, Y_i, Z_i bezeichnet werden sollen, so werden sich, wenn wir wieder $T^{(\nu)}_{x_i}, T^{(\nu)}_{y_i}, T^{(\nu)}_{z_i}$ der Gleichung (19) gemäss definiren und sodann

$$(22) \qquad T^{(\nu)} = \sum_1^n {}_i \left(T^{(\nu)}_{x_i} + T^{(\nu)}_{y_i} + T^{(\nu)}_{z_i}\right)$$

$$= \tfrac{1}{2} \sum_1^n \left\{ \alpha_0 (x_i^2 + y_i^2 + z_i^2) + \alpha_1 (x_i'^2 + y_i'^2 + z_i'^2) + \ldots + \alpha_\nu (x_i^{(\nu)2} + y_i^{(\nu)2} + z_i^{(\nu)2}) \right\}$$

setzen, die $3n$ Differentialgleichungen ergeben

$$\begin{aligned}
-\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial x_i} + \frac{d}{dt}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial x_i'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial x_i^{(\nu)}} &= X_i \\
-\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial y_i} + \frac{d}{dt}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial y_i'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial y_i^{(\nu)}} &= Y_i \qquad (i = 1, 2, \ldots n) \\
-\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial z_i} + \frac{d}{dt}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial z_i'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial z_i^{(\nu)}} &= Z_i,
\end{aligned}$$

aus denen durch Multiplication mit beliebigen Variationen $\delta x_i, \delta y_i, \delta z_i$ und Addition folgt

$$\begin{aligned}
(23) \quad \sum_1^n {}_i \Bigg\{ &\left(-\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial x_i} + \frac{d}{dt}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial x_i'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial x_i^{(\nu)}}\right)\delta x_i \\
&+ \left(-\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial y_i} + \frac{d}{dt}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial y_i'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial y_i^{(\nu)}}\right)\delta y_i \\
&+ \left(-\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial z_i} + \frac{d}{dt}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial z_i'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial z_i^{(\nu)}}\right)\delta z_i \\
&= \sum_1^n {}_i \left\{ X_i \delta x_i + Y_i \delta y_i + Z_i \delta z_i \right\},
\end{aligned}$$

dass also die Arbeit der bewegenden Kräfte gleich ist der der sollicitirenden.

Ist das System ein nicht freies, so soll analog dem d'Alembert'schen Princip in der Mechanik wägbarer Massen angenommen werden, dass die Gleichung (23) von der Gleichheit der Arbeit der bewegenden und sollicitirenden Kräfte erhalten bleibt, wenn $\delta x_i, \delta y_i, \delta z_i$ beliebige virtuelle, mit den Bedingungen des Problems verträgliche Verschiebungen bedeuten, vorausgesetzt, dass diese durch Gleichungen zwischen t und den Coordinaten x_i, y_i, z_i gegeben sind, und die Beziehungen zwischen

den virtuellen Verrückungen durch Variation jener Gleichungen mit Festhalten des beliebigen, aber bestimmt gedachten Werthes von t hergeleitet werden.

Führt man jetzt für x_i, y_i, z_i neue Variable $p_1, p_2, \ldots p_\mu$ ein, welche mit jenen durch die Gleichungen verbunden sind

$$(24) \quad x_i = f_i(t, p_1, p_2, \ldots p_\mu), \quad y_i = \phi_i(t, p_1, p_2, \ldots p_\mu), \quad z_i = \psi_i(t, p_1, p_2, \ldots p_\mu),$$

und bei welchen es dahingestellt bleiben soll, ob die Variationen $\delta p_1, \delta p_2, \ldots \delta p_\mu$ von einander unabhängig sind, so geht die Gleichung (23) vermöge

$$\delta x_i = \sum_1^\mu{}_\lambda \left(\frac{\partial x_i}{\partial p_\lambda}\right)\delta p_\lambda, \quad \delta y_i = \sum_1^\mu{}_\lambda \left(\frac{\partial y_i}{\partial p_\lambda}\right)\delta p_\lambda, \quad \delta z_i = \sum_1^\mu{}_\lambda \left(\frac{\partial z_i}{\partial p_\lambda}\right)\delta p_\lambda$$

durch Substitution der Ausdrücke (24) in

$$\begin{aligned}\sum_1^\mu{}_\lambda \sum_1^n{}_i \Bigg\{ &\left[-\left(\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial x_i}\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial x_i'}\right) - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial x_i^{(\nu)}}\right)\right]\left(\frac{\partial x_i}{\partial p_\lambda}\right) \\ &+ \left[-\left(\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial y_i}\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial y_i'}\right) - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial y_i^{(\nu)}}\right)\right]\left(\frac{\partial y_i}{\partial p_\lambda}\right) \\ &+ \left[-\left(\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial z_i}\right) + \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial z_i'}\right) - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\left(\frac{\partial T^{(\nu)}}{\partial z_i^{(\nu)}}\right)\right]\left(\frac{\partial z_i}{\partial p_\lambda}\right)\Bigg\}\delta p_\lambda \\ &= \sum_1^\mu{}_\lambda \sum_1^n{}_i \left\{(X_i)\left(\frac{\partial x_i}{\partial p_\lambda}\right) + (Y_i)\left(\frac{\partial y_i}{\partial p_\lambda}\right) + (Z_i)\left(\frac{\partial z_i}{\partial p_\lambda}\right)\right\}\delta p_\lambda\end{aligned}$$

über, oder der Gleichung (9) zufolge in

$$(25) \quad \sum_1^\mu{}_\lambda \left\{-\frac{\partial(T^{(\nu)})}{\partial p_\lambda} + \frac{d}{dt}\frac{\partial(T^{(\nu)})}{\partial p_\lambda'} - \ldots + (-1)^{\nu-1}\frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(T^{(\nu)})}{\partial p_\lambda^{(\nu)}}\right\}\delta p_\lambda = \sum_1^\mu{}_\lambda Q_\lambda \delta p_\lambda,$$

wenn

$$(26) \quad Q_\lambda = \sum_1^n{}_i \left\{(X_i)\left(\frac{\partial x_i}{\partial p_\lambda}\right) + (Y_i)\left(\frac{\partial y_i}{\partial p_\lambda}\right) + (Z_i)\left(\frac{\partial z_i}{\partial p_\lambda}\right)\right\}$$

gesetzt wird.

Trennen wir nun die auf die Punkte x_i, y_i, z_i wirkenden Kräfte in zwei Kräftesysteme, das der innern und das der äussern, von denen das erste eine Kräftefunction besitzt, für welches also nach der oben gegebenen Definition eine Funktion W von t, x_i, y_i, z_i existirt von der Beschaffenheit, dass die auf den i^{ten} Punkt wirkenden Kraftcomponenten durch die Ausdrücke

$$X_i = \frac{\partial W}{\partial x_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial x_i'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial x_i^{(\nu)}}$$

$$Y_i = \frac{\partial W}{\partial y_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial y_i'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial y_i^{(\nu)}}$$

$$Z_i = \frac{\partial W}{\partial z_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial z_i'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial z_i^{(\nu)}}$$

gegeben sind, während das zweite eine Kräftefunction nicht besitzen soll, so wird sich nach (26) der auf das erste System der Kräfte bezügliche Theil der Summe auf der rechten Seite der Gleichung (25) in der Form ergeben

$$\sum_1^\mu{}_\lambda \sum_1^n{}_i \Big\{ \Big[\Big(\frac{\partial W}{\partial x_i}\Big) - \frac{d}{dt}\Big(\frac{\partial W}{\partial x_i'}\Big) + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\Big(\frac{\partial W}{\partial x_i^{(\nu)}}\Big)\Big]\Big(\frac{\partial x_i}{\partial p_\lambda}\Big)$$
$$+ \Big[\Big(\frac{\partial W}{\partial y_i}\Big) - \frac{d}{dt}\Big(\frac{\partial W}{\partial y_i'}\Big) + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\Big(\frac{\partial W}{\partial y_i^{(\nu)}}\Big)\Big]\Big(\frac{\partial y_i}{\partial p_\lambda}\Big)$$
$$+ \Big[\Big(\frac{\partial W}{\partial z_i}\Big) - \frac{d}{dt}\Big(\frac{\partial W}{\partial z_i'}\Big) + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\Big(\frac{\partial W}{\partial z_i^{(\nu)}}\Big)\Big]\Big(\frac{\partial z_i}{\partial p_\lambda}\Big)\Big\} \delta p_\lambda$$

und somit nach (9) lauten

$$(27) \qquad \sum_1^\mu{}_\lambda \Big\{ \frac{\partial(W)}{\partial p_\lambda} - \frac{d}{dt}\frac{\partial(W)}{\partial p_\lambda'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(W)}{\partial p_\lambda^{(\nu)}}\Big\} \delta p_\lambda,$$

während der zweite Theil, wenn nunmehr X_i, Y_i, Z_i die Componenten der äusseren Kräfte darstellen, und

$$\sum_1^n{}_\lambda \Big\{ (X_i)\Big(\frac{\partial x_i}{\partial p_\lambda}\Big) + (Y_i)\Big(\frac{\partial y_i}{\partial p_\lambda}\Big) + (Z_i)\Big(\frac{\partial z_i}{\partial p_\lambda}\Big)\Big\} = (P_\lambda)$$

gesetzt wird, durch

$$(28) \qquad \sum_1^\mu{}_\lambda (P_\lambda)\delta p_\lambda$$

gegeben ist.

Substituiren wir die Ausdrücke (27) und (28) in (25), und setzen

$$(29) \qquad H = -T^{(\nu)} - W,$$

worin, analog der Mechanik wägbarer Massen, $T^{(\nu)}$ die actuelle, $-W$ die potentielle Energie des Systems darstellt, so wird die Bewegung des Systems der Gleichung unterliegen

$$(30) \qquad \sum_1^\mu{}_\lambda \Big\{ \frac{\partial(H)}{\partial p_\lambda} - \frac{d}{dt}\frac{\partial(H)}{\partial p_\lambda'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(H)}{\partial p_\lambda^{(\nu)}} - (P_\lambda)\Big\} \delta p_\lambda = 0,$$

und, wenn die Variationen $\delta p_1, \delta p_2, \ldots \delta p_\mu$ von einander unabhängig sind, durch die μ Gleichungen beschrieben sein

$$(31) \qquad \frac{\partial(H)}{\partial p_\lambda} - \frac{d}{dt}\frac{\partial(H)}{\partial p_\lambda'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(H)}{\partial p_\lambda^{(\nu)}} = (P_\lambda) \qquad (\lambda = 1, 2, \ldots \mu).$$

Nehmen wir aber an, dass zwischen den Variationen $\delta p_1, \delta p_2, \ldots \delta p_\mu$ $\mu - \rho$ lineare Beziehungen bestehen, die in die Form gesetzt werden mögen

$$(32)\quad \begin{cases} \delta p_{\varrho+1} = f_{11}\delta p_1 + f_{12}\delta p_2 + \ldots + f_{1\varrho}\delta p_\varrho \\ \delta p_{\varrho+2} = f_{21}\delta p_1 + f_{22}\delta p_2 + \ldots + f_{2\varrho}\delta p_\varrho \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \delta p_\mu = f_{\mu-\varrho 1}\delta p_1 + f_{\mu-\varrho 2}\delta p_2 + \ldots + f_{\mu-\varrho\varrho}\delta p_\varrho , \end{cases}$$

worin $f_{\alpha\beta}$ Functionen von $p_1, p_2, \ldots p_\mu$ sind, so werden sich aus (30) und (32) die Beziehungen ergeben

$$\frac{\partial(H)}{\partial p_1} - \frac{d}{dt}\frac{\partial(H)}{\partial p_1'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(H)}{\partial p_1^{(\nu)}} + \lambda_1 f_{11} + \lambda_2 f_{21} + \ldots + \lambda_{\mu-\varrho} f_{\mu-\varrho 1} = (P_1)$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\frac{\partial(H)}{\partial p_\varrho} - \frac{d}{dt}\frac{\partial(H)}{\partial p_\varrho'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(H)}{\partial p_\varrho^{(\nu)}} + \lambda_1 f_{1\varrho} + \lambda_2 f_{2\varrho} + \ldots + \lambda_{\mu-\varrho} f_{\mu-\varrho\varrho} = (P_\varrho)$$

$$\frac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+1}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+1}'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+1}^{(\nu)}} - \lambda_1 = (P_{\varrho+1})$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\frac{\partial(H)}{\partial p_\mu} - \frac{d}{dt}\frac{\partial(H)}{\partial p_\mu'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial(H)}{\partial p_\mu^{(\nu)}} - \lambda_{\mu-\varrho} = (P_\mu),$$

oder es wird die Bewegung den Differentialgleichungen genügen müssen

$$(33)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial(H)}{\partial p_1} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_1'} + \ldots + (-1)^\nu \dfrac{d^\nu}{dt^\nu}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_1^{(\nu)}} \\ \quad + \sum_1^{\mu-\varrho}{}_s \left\{ \dfrac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+s}} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+s}'} + \ldots + (-1)^\nu \dfrac{d^\nu}{dt^\nu}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+s}^{(\nu)}} - (P_{\varrho+s}) \right\} f_{s1} = (P_1) \\ \dfrac{\partial(H)}{\partial p_2} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_2'} + \ldots + (-1)^\nu \dfrac{d^\nu}{dt^\nu}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_2^{(\nu)}} \\ \quad + \sum_1^{\mu-\varrho}{}_s \left\{ \dfrac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+s}} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+s}'} + \ldots + (-1)^\nu \dfrac{d^\nu}{dt^\nu}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+s}^{(\nu)}} - (P_{\varrho+s}) \right\} f_{s2} = (P_2) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \dfrac{\partial(H)}{\partial p_\varrho} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_\varrho'} + \ldots + (-1)^\nu \dfrac{d^\nu}{dt^\nu}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_\varrho^{(\nu)}} \\ \quad + \sum_1^{\mu-\varrho}{}_s \left\{ \dfrac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+s}} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+s}'} + \ldots + (-1)^\nu \dfrac{d^\nu}{dt^\nu}\dfrac{\partial(H)}{\partial p_{\varrho+s}^{(\nu)}} - (P_{\varrho+s}) \right\} f_{s\varrho} = (P_\varrho). \end{cases}$$

Sind die Grössen $(P_1), (P_2), \ldots (P_\mu)$ Constanten oder reine Functionen von t, so lässt sich die Gesammtheit der Gleichungen (33) in der Form darstellen

$$\delta\int_{t_0}^{t_1}\left\{(H) - \sum_1^\mu{}_s (P_s)p_s\right\}dt = 0,$$

wenn die Variationen $\delta p_1, \delta p_2, \ldots \delta p_\mu$ und deren Ableitungen bis zur $\nu-1^{\text{ten}}$ Ordnung für t_0 und t_1 gleich Null angenommen werden, und ist $\mu = 1$, so wird die Bewegungsgleichung

$$\frac{\partial(H)}{\partial p_1} - \frac{d}{dt}\frac{\partial(H)}{\partial p_1'} + \ldots + (-1)^r \frac{d^r}{dt^r}\frac{\partial(H)}{\partial p_1^{(r)}} = (P_1)$$

auch in der Form

$$\delta \int\limits_{t_0}^{t_1} \left\{ (H) - \int (P_1)\, dp_1 \right\} dt = 0$$

dargestellt werden können, wenn (P_1) eine beliebige Function von t und p_1 ist, wobei wieder vorausgesetzt wird, dass für t_0 und t_1 die Variation von p_1 Null ist.

Experimentelle Bestimmung der Oberflächenspannung von verflüssigtem Sauerstoff und verflüssigtem Stickstoff.

Von Prof. Dr. Leo Grunmach
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Warburg.)

In drei früheren Abhandlungen, welche der Akademie vorgelegt worden sind[1], habe ich gezeigt, daß man die Kapillarwellenmethode zur genauen Bestimmung der Oberflächenspannungen verflüssigter Gase, und wenn deren kritische Temperaturen bekannt sind, auch zur Ermittelung ihrer Molekulargewichte anwenden kann. In der vorliegenden Arbeit, welche eine Fortsetzung dieser Untersuchungen bildet, will ich mir erlauben, über die Ergebnisse meiner Messungen an flüssigem Sauerstoff und an flüssigem Stickstoff in Kürze zu berichten.

Der flüssige Sauerstoff wurde in größeren Dewarschen Flaschen (mit 98 Prozent Reingehalt) bezogen von der Aktiengesellschaft für Markt- und Kühlhallen in Berlin, der flüssige Stickstoff durch freundliche Vermittelung des Hrn. Prof. Dr. von Linde von der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen aus München. Der letztere war dadurch hergestellt worden, daß Stickstoff, der durch Rektifikation flüssiger Luft gewonnen und in Stahlflaschen komprimiert worden war, mit Hilfe flüssiger Luft verflüssigt wurde. Der komprimierte Stickstoff in den Stahlflaschen hatte nach den Angaben des Hrn. Dr. F. Linde einen Sauerstoffgehalt von etwa 1.6 Prozent; der verflüssigte Stickstoff aber kann bis auf einen kleinen Gehalt an Argon als rein angesehen werden, nur ist es nicht ausgeschlossen, daß beim Einfüllen des verflüssigten Stickstoffs in die Dewarsche Glasflasche etwas Sauerstoff aus der Atmosphäre in die Flüssigkeit übergegangen ist. Übrigens wird die Reinheit sowohl des flüssigen Sauerstoffs wie des flüssigen Stickstoffs durch die an ihnen ausgeführten, weiter unten mitgeteilten Siedepunktsbestimmungen vollauf bestätigt. Für die Versuche wurden die verflüssigten Gase aus den

[1] L. Grunmach, diese Berichte 1900, S. 829; 1901, S. 914 und 1904, S. 1198.

größeren Dewarschen Flaschen durch Filter in die zur Beobachtung dienenden halbkugelförmigen Dewarschen Gefäße hineinfiltriert, welche möglichst erschütterungsfrei auf einem die Grundplatte des Stimmgabelstativs frei durchsetzenden, also unabhängig von ihm fest aufgestellten Dreifuße ruhten. Die Gefäße sind ebenso wie die Stimmgabelspitzen auf das sorgfältigste zu reinigen. Ist an einer Stelle die geringste Spur einer Verunreinigung vorhanden, so steigen von dort ununterbrochen Gasbläschen auf, die die Ausbildung der Kapillarwellen stören und eine genaue Messung derselben vereiteln. Sind aber Gefäße und Spitzen vollkommen rein, und werden letztere nur wenig eingetaucht, so treten bei vorsichtigem Erregen der Stimmgabel die Kapillarwellen mit einer Schärfe und Unveränderlichkeit auf, wie man sie schöner nicht auf reinstem Quecksilber erhalten kann. Nur bei der ersten Messungsreihe mit Sauerstoff — deren Ergebnis deshalb hernach auch nur das Gewicht $\frac{1}{2}$ beigelegt wird — fand häufiger von einer Stelle der Gefäßwand aus eine die Schärfe der Kapillarwellen störende Gasentwickelung statt, als deren Ursache sich später ein an jener Stelle befindliches Bläschen in der Glaswandung herausstellte.

Die Versuchsanordnung und die Beobachtungsmethode waren die gleichen wie bei meinen früheren Versuchen[1]; nur kam diesmal nicht die früher benutzte Stimmgabel (von 253 Schwingungen) zur Verwendung, sondern, um längere Kapillarwellen zu erhalten, eine mit Platinspitzen versehene, mit P. T. R. II, 189 bezeichnete Stimmgabel von geringerer Schwingungszahl, die nach den Bestimmungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt durch die Gleichung gegeben ist:

$$n_t = 156.94 - 0.016\ (t - 19^\circ \mathrm{C}).$$

Zur Berechnung der Oberflächenspannung diente wieder die allgemeine Gleichung

$$\alpha = \frac{\sigma n^2 \lambda^3}{2\pi} - g \frac{\lambda^2 \sigma}{4\pi^2}\ \mathrm{dyn./cm},$$

in welcher σ die Dichte, n die Schwingungszahl, λ die Wellenlänge und g die Erdbeschleunigung bedeuten.

Bevor ich zur Mitteilung der Messungen selbst übergehe, möchte ich hier noch auf eine merkwürdige Bewegungserscheinung der Flüssigkeitsoberfläche hinweisen, die ich früher schon bei meinen Versuchen mit flüssiger Luft beobachtet und erwähnt[2], und die ich jetzt wieder mit großer Deutlichkeit beobachtet habe. Sobald nämlich die Stimm-

---

[1] L. Grunmach a. a. O.

[2] L. Grunmach, diese Berichte 1901, S. 915.

gabelspitzen die Oberfläche der verflüssigten Gase berühren, ohne von ihnen infolge des Leidenfrostschen Phänomens benetzt zu werden, bildet sich zwischen den Spitzen, auch ohne Erregung der Stimmgabel, ein zwar schwaches, aber bei erschütterungsfreier Aufstellung und vollkommen ruhiger Oberfläche deutlich erkennbares System hyperbolischer Interferenzwellen von sehr geringer Wellenlänge aus, und gleichzeitig hört man deutlich einen schwachen Ton von bestimmter Höhe erklingen, dessen Entstehen vielleicht auf folgende Weise seine Erklärung finden dürfte: die an den Stimmgabelspitzen ununterbrochen entstehenden und wieder verschwindenden Gasbläschen versetzen die Flüssigkeit in der Umgebung der Spitzen in periodische Schwingungen und erzeugen den erwähnten Ton, ähnlich der Erscheinung des Singens von Flüssigkeiten unmittelbar vor dem Kochen. Werden die Stimmgabelspitzen vorsichtig ein wenig tiefer eingetaucht, so bleibt die Erscheinung bis zu einer gewissen Tiefe des Eintauchens unverändert, bei noch etwas tieferem Eintauchen aber erfährt das Interferenzwellensystem plötzlich eine sprungweise Veränderung, indem die Wellenlänge kleiner wird, und gleichzeitig schlägt der Ton in einen um ein bestimmtes Intervall höheren Ton über. Bei weiterem vorsichtigen Eintauchen der Spitzen bleibt bis zu einer gewissen Tiefe hin wieder diese Erscheinung unverändert bestehen und verschwindet erst, wenn die Spitzen so tief in die Flüssigkeit eintauchen, daß die von der Stimmgabel ihnen zugeführte Wärme zur Aufrechthaltung des Leidenfrostschen Phänomens nicht mehr ausreicht, und rings um die Stimmgabelspitzen herum ein stürmisches Sieden beginnt. Daß diese Erscheinung bei den vorliegenden Versuchen besser beobachtet werden konnte als bei meinen vorher erwähnten Versuchen mit flüssiger Luft, dürfte wohl von der verschiedenen Form herrühren, welche die Spitzenpaare der beiden Stimmgabeln besitzen. Bei der früher benutzten Stimmgabel waren die Stahlspitzen etwa dreimal so lang als die Platinspitzen der jetzt benutzten Stimmgabel, so daß diesmal von der auf Zimmertemperatur befindlichen Stimmgabel aus eine größere Wärmemenge den Spitzen zugeführt wurde, und infolgedessen das Leidenfrostsche Phänomen sich besser ausbilden und länger erhalten konnte.

Ich gehe nunmehr zur Mitteilung der Messungen selbst über:

I. Verflüssigter Sauerstoff.

Den Siedepunkt des Sauerstoffs habe ich mittels eines von C. Richter aus Jenenser Glas 16^{III} hergestellten, von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüften Pentanthermometers P.T.R. II 20286 besonders bestimmt und ihn gefunden zu —182°65 C bei dem Baro-

meterstande $\beta_0 = 762.22$ mm in vollkommener Übereinstimmung mit dem Werte, den Hr. Holborn[1] für den Siedepunkt findet, nämlich —182°7 C bei $\beta_0 = 760$ mm, während Hr. Dewar[2] —182°5 C als den wahrscheinlichsten Wert für den Siedepunkt des Sauerstoffs angibt. Unter Annahme der von Hrn. Holborn mitgeteilten Daten über die Tension des Sauerstoffs, nämlich, daß in der Nähe des Siedepunkts einer Druckdifferenz von 18.86 mm eine Temperaturdifferenz von 0°56 C entspricht, habe ich dann für die bei den anderen Versuchsreihen herrschenden Barometerstände die Siedetemperaturen berechnet.

Für die Dichte des verflüssigten Sauerstoffs bei der Siedetemperatur —182°65 C habe ich den Wert 1.135[3] angenommen und für die anderen bei den Versuchen vorkommenden Siedetemperaturen die Dichten berechnet unter Annahme der von den HH. Baly und Donnan[4] mitgeteilten Daten über die Änderung der Dichte des flüssigen Sauerstoffs mit der Temperatur, nämlich, daß einer Temperaturdifferenz von 1° C eine Änderung in der Dichte von 0.005 entspricht.

Um nun zur Mitteilung der Ergebnisse der eigentlichen Kapillarwellenmessungen überzugehen, so sind vier unabhängige Beobachtungsreihen mit flüssigem Sauerstoff ausgeführt worden, deren jede wieder aus 10 gut untereinander übereinstimmenden Einzelbeobachtungen bestand; jede Einzelbeobachtung umfaßte 12—15 Intervalle. In der umstehenden tabellarischen Zusammenstellung sind nur die Mittelwerte der vier Beobachtungsreihen mitgeteilt. Die Bedeutung der einzelnen Kolumnen ist aus den Überschriften ersichtlich; zu Kolumne 5 sei nur bemerkt, daß die darin mitgeteilten Werte der Spitzenentfernung der Stimmgabel in Mikrometerpartes die Mittelwerte der Messungen sind, welche am Anfang und am Schluß jeder einzelnen Beobachtungsreihe ausgeführt worden sind, und daß diese Spitzenentfernung andererseits mittels eines Vertikalkomparators zu 17.7674 mm gefunden worden war.

Im Mittel ergibt sich also bei der Siedetemperatur —182.7° C die Oberflächenspannung des flüssigen Sauerstoffs:

$$\alpha = 13.074 \text{ dyn./cm} \pm 0.066$$

und

die spezifische Kohäsion des flüssigen Sauerstoffs:

$$a^2 = \frac{2\alpha}{\sigma} = 23.038 .$$

---

[1] L. Holborn, Ann. d. Phys. 6, S. 254, 1901.

[2] J. Dewar, Proc. of Roy. Soc. 68, S. 44, 1901.

[3] J. Dewar, Chem. News 73, p. 40, 1896; J. Drugman und W. Ramsay, Journ. Chem. Soc. Trans. 77, S. 1228, 1900.

[4] E. C. C. Baly und F. G. Donnan, Journ. Chem. Soc. Trans. 81, 911, 1902.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nummer d. Beobachtungsreihe	Reduzierter Barometerstand in mm	Zugehörige Siedetemperatur des flüssigen Sauerstoffs	Entsprechende Dichte ε des Sauerstoffs	Mittlere Spitzenentfernung in Mikrometerpartes	Mittlere halbe Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$ in Mikrometerpartes	Mittlere Temperatur t der Stimmgabel in °C	Schwingungszahl n der Stimmgabel bei der Temperatur t	Oberflächenspannung α des flüssigen Sauerstoffs in dyn./cm
1	748.60	−183.05	1.137	1935.30	79.669	18.6	156.95	13.324
2	762.22	−182.65	1.135	1921.84	78.579	20.0	156.94	13.051
3	763.80	−182.60	1.135	1923.40	78.494	19.7	156.94	12.975
4	763.80	−182.60	1.135	1923.40	78.677	18.5	156.95	13.071

II. Verflüssigter Stickstoff.

Die Siedetemperatur des Stickstoffs wurde gleichfalls besonders mittels des Pentanthermometers bestimmt und bei dem Barometerstande $\beta_0 = 749.1$ mm zu $-195.9°$ C gefunden, in guter Übereinstimmung mit den Werten, die die HH. FISCHER und ALT[1] für den Siedepunkt mitteilen, nämlich $-196.176°$ C bei 714.5 mm und $-195.67°$ C bei 760 mm, während für die Dichte des verflüssigten Stickstoffs nach den Angaben von BALY und DONNAN[2] sowie von BEHN und KIEBITZ[3] bei $-195.9°$ C der Wert 0.791 angenommen wurde.

An Kapillarwellenmessungen wurde mit dem zur Verfügung stehenden flüssigem Stickstoff von 2 Litern eine größere Beobachtungsreihe ausgeführt, die aus 20 sehr gut untereinander übereinstimmenden Einzelbeobachtungen bestand und im Hauptmittel für ein Intervall $= \frac{\lambda}{2}$ den Wert 77.036 ± 0.0591 Mikr. part. lieferte, während die Spitzenentfernung (wieder $= 17.7674$ mm) im Mittel 1925.5 Mikr. part. betrug. Dabei war die mittlere Temperatur der Stimmgabel 18.35° C und ihre Schwingungszahl $n = 156.95$, so daß sich aus diesen Daten bei der Siedetemperatur $-195.9°$ C

die Oberflächenspannung des verflüssigten Stickstoffs zu

$$\alpha = 8.514 \text{ dyn./cm} \pm 0.020$$

und

[1] K. F. FISCHER und H. ALT, Münch. Ber. 1902, S. 113. Ann. d. Phys. (4). 1149. 1902.

[2] E. C. C. BALY und F. G. DONNAN, Journ. Chem. Soc. 81. 911. 1902.

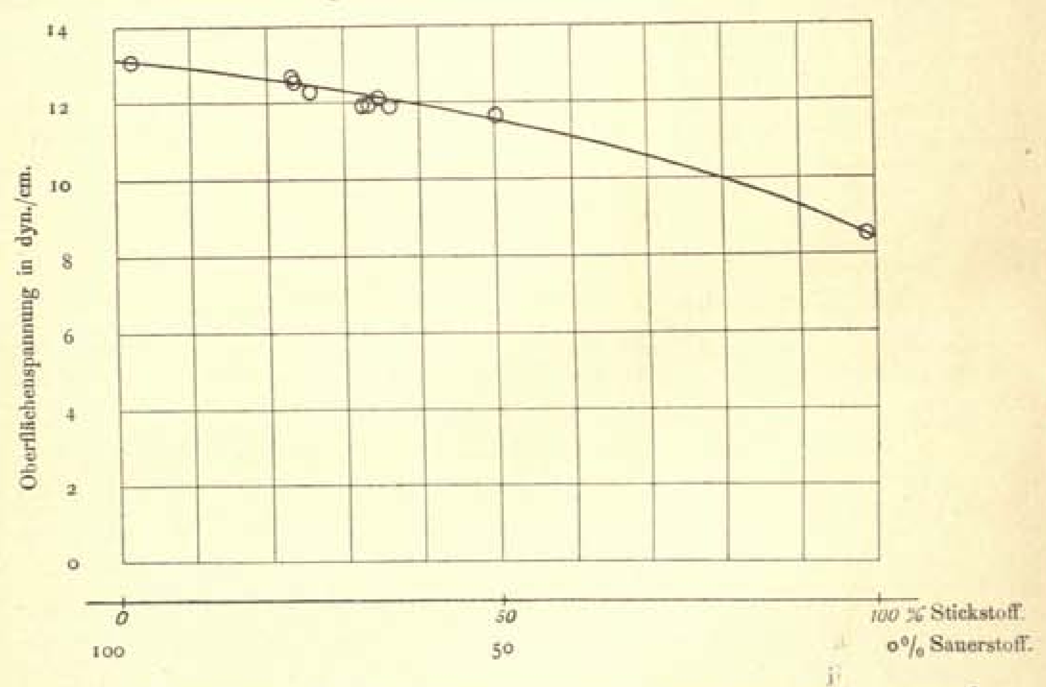
[3] U. BEHN und F. KIEBITZ, Ann. d. Phys. (4). 12. 421. 1903.

die spezifische Kohäsion des verflüssigten Stickstoffs zu

$$a^2 = 21.527$$

berechnet.[1]

Meine Messungen an reinem Sauerstoff und an reinem Stickstoff schließen sich gut meinen früheren Messungen[2] an flüssiger Luft bei verschiedenem Sauerstoffgehalte an. In der nebenstehenden graphischen Darstellung sind die früheren Messungsergebnisse mit den vorliegenden zu einer Kurve vereinigt.



Zur Berechnung des Molekulargewichts M dient nun die Gleichung[3]

$$M = \sigma \sqrt{\left(\frac{2.227\,(\Theta - T)}{\alpha}\right)^3}$$

[1] Aus Messungen kapillarer Steighöhen finden die HH. Baly und Donnan (Trans. Chem. Soc. p. 918, 1902) für die Oberflächenspannung des Stickstoffs bei −193° C den Wert 8.27 dyn./cm und für die des Sauerstoffs 13.23 bei −183° C, in guter Übereinstimmung mit meinen nach der Kapillarwellenmethode gefundenen Werten.

[2] L. Grunmach, diese Berichte 1901, S. 914.

[3] Bei meinen früheren Versuchen (L. Grunmach, diese Berichte 1900, S. 837 und 1904, S. 1202) wurde zur Berechnung des Molekulargewichts — worauf mich Hr. Präsident Warburg freundlichst aufmerksam machte — versehentlich die Konstante 2.27 anstatt 2.227 benutzt. Infolgedessen sind die dort mitgeteilten Werte für das Molekulargewicht der verflüssigten Gase etwas zu groß und sind in folgende umzuändern:

Für schweflige Säure	63.80
» Ammoniak	16.62
» Chlor	89.53
» Stickstoffoxydul	42.29

in welcher Θ die kritische Temperatur und T die Beobachtungs- (Siede-) Temperatur der Flüssigkeit in ° C bedeuten. Setzt man daher in diese Gleichung als kritische Temperaturen für Sauerstoff[1] bzw. für Stickstoff[2] die Werte —118° C, bzw. —146° C ein, so erhält man unter Benutzung der entsprechenden, vorhin angeführten Werte von σ, α und T

für das Molekulargewicht des flüssigen Sauerstoffs

$M_{O_2} = 40.70$ (Gew. ½)
41.59
41.91
41.44

im Mittel 41.51

und für das Molekulargewicht des flüssigen Stickstoffs

$M_{N_2} = 37.30$,

während die Molekulargewichte des Sauerstoffs und des Stickstoffs im gasförmigen Zustande 32.00 und 28.08 betragen.

Sowohl Sauerstoff wie Stickstoff scheinen sich also nicht wie normale, sondern wie assoziierende Flüssigkeiten zu verhalten, die im flüssigen Zustande ein höheres Molekulargewicht besitzen, als im gasförmigen. Dasselbe hat sich aus meinen früheren Versuchen[3] für Chlor und aus demnächst zu veröffentlichenden Versuchen auch für Brom ergeben. Gleiche Molekulargewichte im flüssigen und gasförmigen Zustande ergaben sich dagegen aus meinen früheren Versuchen[4] für schweflige Säure, für Ammoniak und für Stickstoffoxydul. Es fällt nun sofort auf, daß die Gase, die beim Übergang aus dem gasförmigen in den flüssigen Zustand eine Assoziation erfahren, chemisch einfache Körper, diejenigen dagegen, die im flüssigen wie im gasförmigen Zustande das gleiche Molekulargewicht besitzen, zusammengesetzte Körper sind. Berechnet man weiter aus den nach der Steighöhenmethode ausgeführten Messungen der Oberflächenspannung von Wasserstoff (Dewar[5]) sowie von Argon und Kohlenoxyd (Baly und Donnan[6]) die Molekulargewichte, so zeigt sich auch hier, daß der zusammengesetzte Körper Kohlenoxyd sich wie eine normale Flüssigkeit verhält, die einfachen Körper Argon und Wasserstoff dagegen wie assoziierende. Um zu entscheiden, ob diesem auffallenden Verhalten vielleicht ein allgemeineres Gesetz zugrunde liegt, demzufolge chemisch

[1] S. v. Wroblewsky, Sitz.-Ber. d. Wien. Akad. 91. S. 701. 1885.
[2] S. v. Wroblewsky, a. a. O., S. 696; K. Olszewski, C. R. 99. 134. 1884.
[3] L. Grunmach, diese Berichte, 1900, S. 837.
[4] L. Grunmach, a. a. O., 1900, S. 837, 1904, S. 1202.
[5] J. Dewar, Chem. News 84. p. 49. 1901, Nature, p. 243, 1901.
[6] E. C. C. Baly und F. G. Donnan, Trans. Chem. Soc. 81. 918. 1902.

einfache Körper bei der Verflüssigung eher zur Assoziation neigen, als chemische Verbindungen, müßten zunächst noch für eine größere Anzahl einfacher Körper Kapillarkonstanten und kritische Temperaturen bekannt sein.

Zum Schlusse spreche ich auch an dieser Stelle meinem Assistenten Hrn. Dr. Franz Weidert für die mir bei der Ausführung dieser Versuche gewährte wertvolle Hilfe meinen herzlichen Dank aus, ebenso Hrn. cand. Otto Reinkober, der mich bei einigen Messungsreihen unterstützt hat.

Ausgegeben am 14. August.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

OFFICE OF THE DIRECTOR GENERAL OF ARCHAEOLOGY
Library Regr. No. 2707 08.
INDIA.

1906.
XXXIX.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

18. October. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Schottky las: Geometrische Eigenschaften der Thetafunctionen von drei Veränderlichen. (Ersch. später.)

Es werden die geometrischen Eigenschaften der algebraischen Ausdrücke untersucht, die den Thetafunctionen von drei Variabeln entsprechen, wenn man für jedes Argument entweder ein Integral oder die Summe zweier oder die Summe von vier Integralen substituirt.

2. Hr. van't Hoff macht eine weitere Mittheilung aus seinen »Untersuchungen über die Bildung der oceanischen Salzablagerungen.« IL. Künstliche Darstellung von Colemanit.

Colemanit $(CaO)_2(B_2O_3)_3 \cdot 5H_2O$ bildet sich aus dem entsprechenden Heptahydrat und Chlornatriumlösung bei 83°, aus Boronatrocalcit im selben Medium bei 70°. Hiermit ist die künstliche Darstellung der natürlichen Calciumborate bis auf diejenige von Borocalcit durchgeführt.

3. Hr. Planck legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Clemens Schaefer in Breslau vor: Normale und anomale Dispersion im Gebiete der electrischen Wellen. (Ersch. später.)

Versuche mit Hertz'schen Wellen, die durch ein passend aufgebautes System von Resonatoren hindurchgeschickt wurden, haben ergeben, dass das Resonatorensystem auf die Wellen wie ein normal dispergirendes Medium wirken kann, indem der Brechungsexponent unter Umständen mit wachsender Wellenlänge zunimmt.

4. Die folgenden Druckschriften wurden vorgelegt: H. Brunner, Deutsche Rechtsgeschichte. Bd. 1. Zweite Auflage. Leipzig 1906; W. von Bezold, Gesammelte Abhandlungen aus den Gebieten der Meteorologie und des Erdmagnetismus. Braunschweig 1906; H. Diels, Die Fragmente der Vorsokratiker. 2. Aufl. Bd. 1. Berlin 1906; Th. Mommsen, Gesammelte Schriften. Bd. 4. (Historische Schriften Bd. 1.) Berlin 1906; E. Abbe, Gesammelte Abhandlungen. Bd. 3. Jena 1906; F. Loofs, Leitfaden zum Studium der Dogmengeschichte. 4. Aufl. Halle a. S. 1906; ferner ein neuer Band der akademischen

Ausgabe: Wilhelm von Humboldts Gesammelte Schriften. Bd. 5 (Werke V). Berlin 1906, und die mit Unterstützung der Akademie herausgegebenen Werke: H. Glück, Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. Tl. 1. 2. Jena 1905. 06; Procli Diadochi in Platonis Timaeum commentaria ed. Ernestus Diehl. III. Lipsiae 1906.

5. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen hat die Akademie bewilligt

durch die physikalisch-mathematische Classe: Hrn. Engler zur Fortführung des Werkes »Das Pflanzenreich« 2300 Mark; Hrn. Klein zur Beschaffung eines Apparats für Untersuchungen über die Circularpolarisation zweiaxiger Krystalle 1000 Mark; Hrn. Dr. Robert Hartmeyer in Berlin zu einer Reise nach Westindien behufs Studien an Ascidien 1500 Mark; dem Fräulein Dr. Maria Gräfin von Linden in Bonn zur Fortsetzung ihrer Forschungen über den Athmungsstoffwechsel niederer Thiere 600 Mark; Hrn. Ernst Ule in Berlin zu botanischen Forschungen im Gebiete des Amazonas-Stromes 1500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Richard Woltereck in Leipzig zur Beendigung seiner Untersuchungen über die Entwickelung der Archanneliden 700 Mark;

durch die philosophisch-historische Classe: Hrn. Burdach zur Durchforschung des Vaticanischen Archivs nach Material für die Correspondenz und die Geschichte des Cola di Rienzi 700 Mark; Hrn. Conze zu erneuten Untersuchungen über die Wasserversorgung von Pergamon 1300 Mark; Hrn. Prof. Dr. Alfred Risop in Berlin zu einer Reise nach Monza behufs Vergleichung der dortigen Handschrift des altfranzösischen Roman de Florimont 600 Mark.

Die Akademie hat das Ehrenmitglied Hrn. Ludwig Boltzmann in Wien am 5. September durch den Tod verloren.

Untersuchungen über die Bildung der ozeanischen Salzablagerungen.

II. Künstliche Darstellung von Colemanit.

Von J. H. van't Hoff.

Die besondere Fähigkeit des Boronatrocalcits natürliche Calciumborate zu bilden, welche die künstliche Darstellung von Pandermit ermöglichte[1], hat nunmehr auch zu einer geeigneten Darstellung von Colemanit geführt. Da die einleitenden Versuche hierbei sich auf die Zersetzung von Boronatrocalcit durch Wasser bezogen, seien dieselben zunächst erwähnt.

I. Zerlegung von Boronatrocalcit durch Wasser.

Die in der Literatur gefundenen Angaben über die Zersetzung von Boronatrocalcit durch Wasser liegen weit zurück. Lecanu[2] erhielt durch Einengen des wässerigen Auszugs ein Calciumborat, das er als $(CaO)(B_2O_3)_2 . 4H_2O$ beschrieb; Kraut dagegen bei ähnlichem Verfahren ein Borat der Zusammensetzung $(CaO)_2(B_2O_3)_3 . 6H_2O$.[3] Daneben untersuchte letzterer den Rückstand und fand denselben äußerlich von Boronatrocalcit wenig verschieden, jedoch bedeutend ärmer an Natrium. Unten ist hierauf einzugehen.

In meinen Versuchen bin ich von der Bildung des Pandermits, eines in der Natur vorkommenden Tetracalciumpentaborats, ausgegangen, das ich bei etwa 110° aus Boronatrocalcit und einer an Chlornatrium und Chlorkalium gesättigten Lösung erhielt. Ein erster Schritt weiter war die zufällig gefundene Tatsache, daß diese Pandermitbildung in Gefäßen von Porzellan viel glatter verläuft als in solchen von Glas, und so wurden alle weiteren Versuche in ersteren ausgeführt. In dieser Weise arbeitend, fand ich, daß Wasser allein (im Verhältnis von

[1] Diese Sitzungsberichte 1906, 566.
[2] Journ. f. Pharm. III, 24, 22.
[3] Arch. f. Pharm. II, 112, 35.

etwa 40:1) Boronatrocalcit schon bei 100° innerhalb 48 Stunden quantitativ in Pandermit verwandelt, der auch besser die natürlichen Formen zeigt. Der große Wasserüberschuß ist nötig, um der Bildung von borsäurereicheren Calciumboraten vorzubeugen. Nach früherem spaltet ja ohne Wasser der Boronatrocalcit ein Tricalciumpentaborat ab.

Diese Spaltung unter Pandermitbildung findet auch noch bei tieferen Temperaturen statt; sogar bei gewöhnlicher Temperatur entstehen schließlich stark doppelbrechende Kristallaggregate, wie ich sie auch beim analysierten künstlichen Pandermit vorfand; dieses Mineral ist also nicht als Bildungsprodukt höherer Temperatur anzusehen, was das Vorkommen in Begleitung von Gips (statt Anhydrit) bestätigt.

Indessen tritt bei niederer Temperatur eine andere Erscheinung in den Vordergrund, und zwar die Neigung zur Bildung von Boraten, die reicher an Borsäure sind, besonders von Dicalciumtriboraten, zu denen auch Colemanit gehört. So entwickelt sich in der erwähnten Mischung von Wasser und Boronatrocalcit bei 90° das früher[1] beschriebene Heptahydrat $(CaO)_2(B_2O_3)_3 . 7H_2O$ nach Einimpfung mit demselben in bester Ausbildung, und diese Verwandlung ist wohl jetzt die beste Darstellungsweise des erwähnten Körpers. Um der Bildung von Pandermit vorzubeugen, ist es geeignet, eine kleine Menge Borsäure (0.5 auf 100 Wasser) hinzuzufügen.

Bei noch tieferer Temperatur tritt dann vorwiegend das ebenfalls früher beschriebene höhere Hydrat $(CaO)_2(B_2O_3)_3 . 9H_2O$ auf, nach Einimpfen mit demselben, und eine so bei etwa 60° durchgeführte Operation ist auch für diesen Körper jetzt die leichteste Darstellungsweise. Bei sehr hohen Temperaturen würden wohl Monoborate entstehen; bei tieferen noch stärker saure Borate als die obigen. Ersteres zu verfolgen hatte keinen Zweck, weil Monoborate natürlich nicht gefunden sind; letzteres scheint von Kraut beobachtet zu sein, indem die Analysen des mit Wasser behandelten Boronatrocalcits auf ein ungeändertes Verhältnis zwischen Base und Borsäure 3:5 hinwiesen. Dies legt die Vermutung einer Bildung von Tricalciumpentaborat nahe, das vom Borocalcit wenig verschieden aussieht. Auch diese Verbindung ist jedoch als nicht natürlich aufgefunden in dieser Beziehung nicht weiter verfolgt.

2. Darstellung von Colemanit.

Eine Verbindung von der Zusammensetzung des Colemanits $(CaO)_2 (B_2O_3)_3 . 5H_2O$ ist in der Literatur zweimal als Kunstprodukt erwähnt, bevor der Colemanit natürlich aufgefunden wurde. Einmal wird die-

[1] Meyerhoffer und van't Hoff, Liebens Festschrift.

selbe von Rose als amorphes Produkt beschrieben[1]; das andere Mal erwähnt sie Kraut als Entwässerungsprodukt des entsprechenden Hexahydrats (S. 689). Bei dem überaus schwierigen Entstehen des Colemanits können die erwähnten Körper damit unmöglich identisch sein. Roses Verbindung ist amorph, und das durch Effloreszieren über Schwefelsäure aus Hexahydrit entstehende Produkt dürfte alles andere als Colemanit sein.

Bei meinen Versuchen bin ich von der Verwandelbarkeit des Boronatrocalcits, welche auch bei der natürlichen Bildung von Calciumboraten eine Rolle gespielt haben mag, ausgegangen. Der Colemanit $(CaO)_2(B_2O_3)_3 \cdot 5H_2O$ bildet einerseits das dritte Glied in der eben erwähnten Dicalciumtriboratreihe und liegt andererseits zwischen dem aus Boronatrocalcit erhaltbaren Pandermit, einem Tetracalciumpentaborat, und Tricalciumpentaborat. Beide Andeutungen wurden verfolgt.

Um den Colemanit als Glied zwischen Pandermit und Tricalciumpentaborat zu fassen, wurde Boronatrocalcit bei 100° mit Borsäurelösungen von ansteigender Stärke behandelt, jedoch werden, auch bei Einimpfen mit Colemanit, nur Pandermit und Tricalciumpentaborat in bester Ausbildung erhalten, oder, auf der Grenze, Mischungen von beiden, die sich unter dem Mikroskop sehr deutlich als solche zeigten. Ähnliches ergab die zweite Versuchsreihe, in der bei allmählich höheren Temperaturen gearbeitet wurde. Boronatrocalcit gab, auch nach Einimpfen mit Colemanit, nur das Heptahydrat der Colemanitreihe oder Pandermit bzw. Mischungen von beiden.

Bei dem Mißlingen dieser immerhin etwas orientierenden Versuche wurden die Umstände festgestellt, unter denen Colemanit entstehen muß, und dann alle Mittel zur Erleichterung der Bildung hinzugezogen, was schließlich zum Ziele führte.

Wann Colemanit entstehen muß, lehrte eine Löslichkeitsbestimmung. Sie wurde in gesättigter Chlornatriumlösung ausgeführt, in der die Verwandlung bzw. die Bildung der Calciumborate, wegen der größeren Löslichkeit in diesem Medium, leichter vor sich geht als in Wasser. Diese Lösung $1000 H_2O\, 59 Na_2Cl_2$ wurde bei 83° zunächst mit Colemanit abgesättigt. Der erhaltenen Lösung entsprach nach drei Tagen an der Hand einer Kalkbestimmung:

$$1000 H_2O (59 Na_2Cl_2)\, 0.34\, CaO (0.51\, B_2O_3).$$

Nach Erhöhung der gelösten Kalkmenge durch Sättigung des Filtrats mit dem unter diesen Umständen instabilen Nonohydrat auf 0.4 sank dieselbe in 24 Stunden beim Rühren mit Colemanit auf 0.33, was schon eine Andeutung von Colemanitbildung enthält.

---

[1] Ann. der Pharm. 84, 228.

Das höhere Hydrat $(CaO)_2(B_2O_3)_3 . 7H_2O$ gab nach vier Tagen 0.36 CaO in Lösung, welche Menge, nach Erhöhung in der obigen Weise, beim Rühren mit Heptahydrat auf denselben Wert zurücksank. Bei 83° ist also der Colemanit in gesättigter Chlornatriumlösung weniger löslich als Heptahydrat und muß sich schließlich bei dieser Temperatur in genanntem Medium aus Heptahydrat bilden.

Nachdem dies festgestellt war, wurde ein Dilatometer mit der Mischung von Colemanit und Heptahydrat (zu gleichen Teilen, um die Verwandlung möglichst zu begünstigen), etwas Kochsalz und dessen gesättigter Lösung als Füllflüssigkeit beschickt. Dies Dilatometer zeigte bei 83° eine sehr deutliche Kontraktion (24 mm an der Skala). Als dieselbe sich nach 48 Stunden vollzogen hatte, war der ganze Inhalt in Colemanit verwandelt, mit 27.2 Prozent CaO und 50.6 Prozent B_2O_3 statt der theoretischen 27.2 Prozent und 50.9 Prozent. Da die Ausbildung zu wünschen übrig ließ, was bei dem so schön kristallisierenden Colemanit befremdete, wurde das spezifische Gewicht bestimmt und identisch mit demjenigen des natürlichen auf 2.42 gefunden (bei 14° gegen Wasser von derselben Temperatur).

Die etwas auffallende Kontraktion bei Wasserabspaltung wurde durch die Bestimmung des spezifischen Gewichts vom Heptahydrat bestätigt, das sich auf 2.12 ergab. Das Molekularvolumen von $(CaO)_2 (B_2O_3)_3 . 7H_2O$ ist demnach 211.3, dasjenige von Colemanit 170.2; die zwei Wassermoleküle 36 nehmend, ergibt sich eine Kontraktion von 5.1 ccm bei der Bildung eines Grammoleküls Colemanit, was auch dem direkten Befund quantitativ entsprach (gefunden 0.013 ccm Kontraktion pro Gramm Heptahydrat; berechnet 0.012).

Nunmehr wurde Boronatrocalcit herangezogen. Zunächst zeigte sich, daß die Umwandlung von Heptahydrat in Colemanit, bei Anwesenheit von Chlornatrium, auch bei bedeutend tieferen Temperaturen vor sich geht; sogar bei 40° ließ sich noch die allmähliche Kontraktion beobachten, langsamer, jedoch unter Bildung eines besser entwickelten Produkts. Daraus geht hervor, daß auch Boronatrocalcit, welches mit Wasser bei diesen Temperaturen Heptahydrat geben kann, bei Anwesenheit von Chlornatrium und nach Einimpfen schließlich Colemanit bilden muß. Dies hat sich in vollem Umfang bewährt.

Die meist geeignete Temperatur zur Bildung von Colemanit aus Boronatrocalcit und gesättigter Chlornatriumlösung schien bei etwa 70° zu liegen. 140^{ccm} Wasser, 50^g Chlornatrium, 4^g Boronatrocalcit (und 0^g4 Borsäure zur Vorbeugung von Pandermitbildung) wurden mit 0^g5 des künstlichen Colemanits, die also 0^g25 Naturprodukt enthalten, geimpft. Nach achttägigem Erhitzen in Porzellanflaschen ist Colemanit in quantitativer Ausbeute, mit 27.2 Prozent CaO und 50.3 Pro-

zent B_2O_3, schon ziemlich wohl ausgebildet entstanden. Unter dem Mikroskop zeigt sich in den ersten Tagen etwas Heptahydrat, das aber bald aufgezehrt wird.

Was sich bei der Colemanitbildung gezeigt hat, ist, daß in den schwierigen Fällen durch Einimpfen in erheblicher Menge Klarheit geschaffen wird. Das Heptahydrat kann für sich längere Zeit mit Chlornatrium erhitzt werden, ohne Colemanit zu liefern, und auch nach Einimpfen mit kleinen Mengen, wie gewöhnlich, würde die Colemanitbildung der Beobachtung entgehen; forciert man, durch Erhöhung der Temperatur, so entsteht Pandermit. Vielleicht gestaltet auch die künstliche Darstellung des Diamanten sich günstiger bei geeignetem Impfen.

Schließlich zeigt sich in den nunmehr untersuchten natürlichen Boraten von Calcium und Magnesium, wie die Schwierigkeit mit der Borsäure ansteigt: Pinnoit, mit dem Verhältnis zwischen Borsäure (B_2O_3) und Base (MgO) 1 : 1, wurde zuerst erhalten; Pandermit, wo dasselbe 5 : 4 ist, kam dann; viel schwieriger war die Aufgabe bei Colemanit mit 3 : 2; bei Borocalcit mit 2 : 1 ist sie noch nicht gelöst.

3. Bildungstemperatur von Colemanit.

Bei der Schwierigkeit, auf die ich bei Colemanitdarstellung stieß, war die nächstliegende Vermutung, daß eine höhere Bildungstemperatur hier eine Rolle spielt. Die erwähnten Beobachtungen erlauben diese Temperatur zu verfolgen, durch Feststellung derjenigen, unterhalb der sich Colemanit in Heptahydrat verwandelt. Um die tiefste bezügliche Temperatur zu fassen, mußte statt Chlornatriumlösung diejenige gewählt werden, welche die kleinste Tension aufweist und in der noch Calciumborate entstehen können; dieselbe ist nach früherem die an Chlornatrium, Chlorkalium und Glaserit gesättigte Lösung.[1] So wurde dann ein Dilatometer beschickt mit 5^g Colemanit, 5^g Heptahydrat, je 1^g der ebengenannten Salze und als Füllflüssigkeit deren für 25° gesättigte Lösung benutzt. Die auf Colemanitbildung hinweisende Kontraktion zeigte sich nun bei 40°, bei 35° bei 30° ganz unzweideutig; bei 25°, unserer unteren Temperaturgrenze, war sie sogar auch noch, aber erst nach längerer Zeit deutlich, zu beobachten. Colemanit gehört also zu den Mineralien, welche schon von 25° an sich bilden können.

[1] Diese Sitzungsberichte, 905, 1086.

Zur Theorie der Contractilität.

Von Th. W. Engelmann.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 21. Juni 1906 [s. oben S. 541].)

I.

Contractilität und Doppelbrechungsvermögen.

In einer vor 33 Jahren veröffentlichten Arbeit (**12**)[1] habe ich auf eine Reihe von Thatsachen aufmerksam gemacht, die mir die Annahme eines causalen Zusammenhangs der beiden in der Überschrift genannten Eigenschaften wahrscheinlich machte. Weitere Untersuchungen (**14**) über das Vorkommen und erste Auftreten von Doppelbrechung an Muskelfasern, Flimmerorganen und anderen geformten contractilen Substanzen verliehen dieser Annahme bald eine so kräftige Stütze, dass ich mich zu dem Ausspruch berechtigt hielt (**14**, 460): »Contractilität, wo und in welcher Form sie auftreten möge, ist gebunden an die Gegenwart doppelbrechender, positiv einachsiger Theilchen, deren optische Achse mit der Richtung der Verkürzung zusammenfällt.« Wichtige Bestätigungen dieses Satzes lieferte darauf die Untersuchung der doppeltschräggestreiften Muskelfasern (**20**) und die der Entwickelung der pseudoelektrischen Organe (**24**), insbesondere aber der experimentelle Nachweis (**12**, 177, **23**, 18 flg., **9**, 23), dass auch leblose und todte Gewebselemente, ja, sogar nichtorganisirte Gebilde (**37**, 253, **23**, 31), wenn sie nur positiv einachsig doppelbrechend sind oder künstlich gemacht werden, das Vermögen besitzen bez. erhalten, sich in der Richtung der optischen Achse zu verkürzen. Dabei konnte betreffs der Beziehungen der mechanischen zu den optischen Erscheinungen bei leblosen und bei lebendig contractilen Gebilden die weitestgehende Übereinstimmung aufgedeckt werden (**9**, **23**).

Bei diesem Thatbestand darf es wohl befremden, dass in nahezu allen in neuerer Zeit unternommenen Versuchen, eine Theorie der Contraction zu begründen, jene Beziehungen zwischen Doppelbrechung

---

[1] Siehe das Litteraturverzeichniss am Schluss.

und Contractilität ganz vernachlässigt worden sind.[1] Eine Ausnahme bildet der Versuch von G. E. Müller (42), die Muskelcontraction auf pyroelektrische Wirkungen doppelbrechender Krystalloide zurückzuführen. Doch konnte dieser, von anderen Bedenken abgesehen, schon als widerlegt gelten durch die Thatsache, dass der durch Temperatursteigerung verkürzte Muskel sich nicht wieder verlängert, sobald die obere Temperatur constant bleibt. Er ist wohl auch von seinem Verfasser selbst aufgegeben. Von anderen Autoren hatte L. Hermann (37) die principielle Bedeutung der Anisotropie für das Contractionsvermögen voll gewürdigt und durch werthvolle Thatsachen und Betrachtungen gestützt. Nachdem er sich aber durch eigene Versuche von der Richtigkeit der Brücke'schen Angabe überzeugt zu haben glaubte, dass die optischen Constanten des Muskels sich bei der Thätigkeit nicht ändern, erschien es ihm wieder höchst zweifelhaft, ob functionelle Beziehungen zwischen Doppelbrechungs- und Verkürzungsvermögen beständen (38, 251). Und diesen Zweifel scheinen auch die späteren, durch V. von Ebner (9), A. Rollett (48) und P. Schultz (53) mit gegentheiligem Resultat ausgeführten Untersuchungen nicht beseitigt zu haben.

Da ich überzeugt bin, dass gerade in jenen Beziehungen der Schlüssel zur Lösung des Contractionsproblems gelegen ist und dass jede Theorie, die diese Beziehungen ignorirt, wenn auch nicht von vorn herein für unhaltbar, so doch zum Mindesten auf einem wesentlichen Punkte für unvollständig gelten muss, so scheint es mir geboten, zunächst einmal alle die Thatsachen zusammenzustellen, welche den causalen Zusammenhang jener beiden Erscheinungen meiner Meinung nach beweisen. Es dürfte dies um so mehr angezeigt sein, als es an einer solchen Zusammenstellung bisher fehlt und als mir dabei die Gelegenheit sich bietet, manche neue oder doch bisher unbeachtete Thatsache zur Sprache zu bringen und gleichzeitig auf einige principiell wichtige besondere Fragen und Einwände näher einzugehen.

Es sind wesentlich zwei verschiedene Gruppen von Thatsachen, auf welche der Beweis jenes Zusammenhangs sich gründet: einmal Beobachtungen und Versuche an den lebendigen contractilen Gebilden: an Muskeln, Flimmerorganen und Protoplasma; zweitens solche an todten und leblosen Objecten.

Führten vornehmlich die ersteren zur Aufstellung der Hypothese jenes Zusammenhangs, so dienten die zweiten im Besonderen zur näheren Prüfung der aus jener Hypothese sich ergebenden Deductionen.

---

[1] So durch A. Fick, J. Bernstein, Verworn, P. Jensen, E. Solvay, d'Arsonval, E. H. Schäfer u. A.

Ich beschränke mich im Folgenden darauf, beide Reihen von Thatsachen in kurzer Formulirung zusammenzustellen und jede nur insoweit zu erläutern, als der vorliegende Zweck dies wünschenswerth erscheinen lässt.

1. Alle geformten contractilen Substanzen sind doppelbrechend.

Bezüglich der allgemein anerkannten Doppelbrechung der Muskelfasern der Metazoen, der Myoneme der Infusorien (Stielmuskel der Vorticellinen u. A.), der Cilien, Griffel, Haken, Borsten und Membranellen der Ciliaten, der Flimmerhaare thierischer Epithelzellen, der Geisseln der Spermatozoen, der contractilen Protoplasmastrahlen von Actinosphaerium u. s. w. darf ich auf meine Abhandlung über »Contraction und Doppelbrechung« (**14**) verweisen, in welcher sich auch die erforderlichen historischen Hinweise finden. Die Doppelbrechung der glatten Muskeln der Wirbelthiere ist seitdem von von Ebner (**9**, 16) und besonders ausführlich von P. Schultz (**53**, a, 532 ff.) untersucht worden.

Überall sind in letzter Instanz faserförmige Gebilde Träger der Contractilität und des Doppelbrechungsvermögens (**20**). Man muss, was, wie ich glaube, noch nicht genügend betont ist, im Wesentlichen zwei Arten von geformten contractilen Gebilden unterscheiden. Beide entstehen aus ungeformtem, einfach brechendem Protoplasma, aber die einen sind vorübergehender Art, die anderen bleibende morphologische Differenzirungsproducte.

Die ersteren entstehen durch eine zeitweilige, wieder umkehrbare Anordnung des Protoplasma zu festeren, faserförmigen, doppelbrechenden Gebilden. So die Protoplasmastrahlen an der Oberfläche von Actinosphaerium und anderen Rhizopoden. Auch die Umwandlung amöboid beweglicher Ausläufer von Protoplasten in Geisseln (Sporen von Myxomyceten, Protomyxa u. s. w.) gehört hierher.[1] An der Basis des Protoplasmastrahls bez. der Geissel geht die geformte Substanz ganz unmerklich in das formlose Plasma über. Sie kann, bei elektrischer Reizung oder spontan, mit letzterem völlig wieder verschmelzen.

In der zweiten, weitaus grösseren Zahl der Fälle (Muskelfasern, Myopodien, Myoneme, Flimmerorgane u. A.) handelt es sich um bleibende morphologische und physiologische Differenzirungen, um dauernde Organisationen. Immer findet sich hier die contractile Substanz in Form feinster, eiweissreicher Fibrillen, die von dem ungeformten Protoplasma allseitig und dauernd scharf abgegrenzt sind.

---

[1] Näheres hierüber **14**, 344 und **95**, 71 und 75 ff.

Der Nachweis, dass diese fibrillären Formelemente der ausschliessliche, oder doch wesentliche Sitz der Contractilität und Doppelbrechung sind, und nicht die interfibrilläre ungeformte protoplasmatische Substanz, ist speciell für die Muskeln mit aller Schärfe zu führen[1].

Die Contractilität der Fibrillen folgt aus ihren Formveränderungen bei der Thätigkeit, die man an lebenden Muskelfasern von Fröschen und Arthropoden, ebenso an grossen, mit deutlichen Myonemen ausgestatteten Infusorien, wie *Zoothamnium* (Stielmuskel) *Stentor, Epistylis galea* u. A., leicht zu beobachten vermag. Im erschlafften, nicht gedehnten Zustand sieht man die Fibrillen innerhalb der Zellen wellenförmig geschlängelt, ähnlich wie die Fasern eines nicht gespannten Froschsartorius.[2] Reizt man dann, etwa durch einen Inductionsstrom, so werden sie plötzlich unter Geradestreckung kürzer und dicker. Durch fortdauernde, tetanisirende Reizung kann man sie in diesem Zustand erhalten. Nach Aufhören der Reizung nehmen sie alsbald wieder unter Verlängerung und Verdünnung einen geschlängelten Verlauf an, der durch Dehnung in einen geradlinigen übergeht.

In wie weit dem ungeformten isotropen Sarcoplasma der Muskeln etwa selbständiges Bewegungsvermögen zukommt, mag dahingestellt bleiben. Die von Bottazzi für die Contractilität desselben angeführten Thatsachen sind zum Theil sicher (Tonusschwankungen des Herzens von Emys) durch die Anwesenheit besonderer geformter Elemente (glatte Muskelfasern)[3] zu erklären, zum Theil (Veratrinzuckungen und andere Erscheinungen), wie ich glaube, auch in der Annahme begreiflich, dass nur die doppelbrechenden Fibrillen das eigentliche Contractile sind.

Der Beweis dafür, dass die Fibrillen auch der ausschliessliche, oder doch fast ausschliessliche Sitz des Doppelbrechungsvermögens sind, ist besonders an solchen Muskelfasern zu führen, wo das Sarcoplasma die Muskelfibrillen bez. die aus Fibrillen bestehenden »Muskelsäulchen« in dickerer Schicht umhüllt oder begrenzt, wie bei den Muskelfasern vieler Insecten und Crustaceen, bei den Flossenmuskeln von Hippocampus, den Muskeln der Fledermäuse, auch wohl bei embryonalen quergestreiften Muskelfasern von Wirbelthieren. Immer sind es nur die fibrillenhaltigen Partien, welche Doppelbrechung zeigen.

---

[1] Ich würde auf diesen, den meisten Physiologen wohl überflüssig erscheinenden Nachweis nicht eingehen, wenn nicht gelegentlich immer wieder Zweifel an der wesentlichen Bedeutung der Fibrillen für die Zusammenziehung der Muskeln lautbar würden Gehörte doch sogar ein um die Kenntniss der Contractilitätserscheinungen so verdienter Forscher wie W. Kühne zu diesen Zweiflern.

[2] Näheres s. (14) S. 438ff., 446ff.

[3] Elias Rosenzweig (49, 206). Auch Bottazzi selbst ist neuerdings zum gleichen Ergebniss gelangt (5, 6, 199).

An isolirten Fibrillenbündeln konnte schon Brücke (**7**, **8**) nachweisen, dass nur die »sarcous elements« anisotrop sind.

Betreffs der Doppelbrechung und des Contractionsvermögens der Flimmerorgane kann, wie ich glaube, ein Zweifel nicht bestehen, dass beide in den Fibrillen ihren Sitz haben und nicht etwa in einer interfibrillären oder perifibrillären Substanz.

2. Da wo die contractilen Fibrillen wie bei den quergestreiften Muskeln aus abwechselnd isotropen und anisotropen Gliedern bestehen, sind nachweislich die anisotropen (»metabolen« Rollett's) — und wahrscheinlich nur sie — Sitz verkürzender und verdickender Kräfte.

Die thatsächlichen Belege (**14**, 162ff.) für diesen Satz liefern wesentlich die bei der Contraction lebender Muskeln zu beobachtenden Formveränderungen der isotropen (»arimetabolen«) und anisotropen (»metabolen«) Schichten. Sie beweisen, dass in jedem Fall die letzteren contractil sind. Denn sie verdicken sich bei der Zusammenziehung stärker als die isotropen Schichten, was sonst nur durch eine Zusammenpressung der anisotropen durch gegenseitige Anziehung der isotropen Schichten erklärlich wäre. Von einer solchen Fernewirkung durch die anisotropen Schichten hindurch kann selbstverständlich keine Rede sein. Es ist nur die Frage, ob auch die isotrope Substanz der Sitz verkürzender Kräfte sei? Nöthig ist diese Annahme keineswegs, da alle Formveränderungen sich erklären lassen unter der Voraussetzung, dass nur die metabolen Glieder contractil sind.

Immerhin wäre es möglich, dass wenigstens die in der isotropen Schicht gelegenen Nebenscheiben (*n*) und Zwischenscheiben (*z*) dieses Vermögen besässen, da sie ja gleichfalls und im selben Sinne, wenn schon im Allgemeinen (namentlich *n*) sehr viel schwächer, doppelbrechen als die metabolen Glieder (*Q*). Wahrscheinlich ist das aber nicht, denn es bestehen übrigens, wie ich früher zeigte (**11**, 42ff) und Rollett ausführlich bestätigte (**46**, **47**, **48**), zwischen ihnen und den contractilen Gliedern *Q* sehr erhebliche physikalische und chemische Unterschiede. Namentlich aber erleiden während der Contraction die wichtigsten nachweisbaren Eigenschaften (Lichtbrechung, Volum, Dehnbarkeit) beider geradezu entgegengesetzte Änderungen.

In noch höherem Grade gilt das von den rein isotropen Schichten, die zwischen *Z* und *N* und *N* und *Q* in den arimetabolen Fibrillengliedern liegen. Ihre Rolle ist denn auch nachweislich eine ganz andere als die der metabolen Glieder (**12**, 169ff., **15**, **19**, **21**, **22**).

3. Alle contractilen Formelemente sind positiv einachsig doppelbrechend, und bei allen fällt die optische Achse mit der Richtung der Verkürzung zusammen.

Die Richtung der Verkürzung und somit die optische Achse fällt nach allen vorliegenden Angaben im Allgemeinen mit der morphologischen Längsachse der Fibrillen zusammen. Senkrecht darauf erfolgt Verdickung. Es giebt aber eine für unsere Frage, wie ich schon früher hervorgehoben habe (**20**, 559ff.), sehr wichtige Ausnahme. Bei den sogenannten doppelt schräggestreiften Muskelfasern bildet die Längsachse der in ihnen enthaltenen Fibrillen einen Winkel mit der Längsachse der Muskelfasern. Dieser Winkel, der im Zustand der Erschlaffung (Ruhe) sehr spitz ist (oft weniger als 5°), wird, wie ich durch Versuche an *Anodonta* zeigen konnte, mit zunehmender Contraction der Faser immer stumpfer (bis 100° und darüber.)[1] Hierbei ändert sich aber die Lage der optischen Achse nicht. Diese bleibt vielmehr in jeder Phase der Contraction der Verkürzungsrichtung, d. h. der Faserachse, parallel.

Dieser Befund ist darum von besonderem Gewicht, weil bei allen sonst bekannten Arten doppelbrechender Fibrillen thierischer Gewebe (quergestreifte und glatte Muskelfasern, Bindegewebe, Cornea, Knochen, Faserknorpel, Flimmerorgane, Rindenzellen der Haare) morphologische Längsachse und optische Achse der Fibrillen zusammenfallen. Die Vermuthung (L. Hermann **38**, 251), dass das Doppelbrechungsvermögen der contractilen Elemente nur eine morphologische Bedeutung habe, wird hiernach wenig wahrscheinlich. Nur dann würden die schräggestreiften Muskelfasern für unsere Beweisführung nicht zu verwerthen sein, wenn nicht die Fibrillen, sondern das interfibrilläre Sarcoplasma Sitz der contractilen Kräfte in der Faser wäre. Für diese Annahme fehlt es jedoch an hinreichender Begründung.

4. Die specifische, d. h. auf die Einheit des Querschnitts bezogene Kraft der Verkürzung ist anscheinend um so grösser, je höher die specifische Kraft der Doppelbrechung der contractilen Elemente.

Die bei gleicher Dicke stärker doppelbrechenden quergestreiften Muskeln entwickeln grössere Kraft als die schwächer anisotropen glatten (nach eigenen Beobachtungen und Angaben von Schultz [**53**, a, 532ff.]). Relativ stark anisotrop und von grosser Kraft sind viele Flimmerorgane (**14**, 452ff.). Die geringste Kraft entwickelt das contractile Protoplasma (**14**, 454).

---

[1] Diese Thatsache ist seitdem bestätigt worden durch H. Fol (**33**), Roule (**50**) und F. Marceau (**41**). Die Meinung des letzteren Autors, dass die Fibrillen sich in der Richtung ihrer eigenen Längsachse zusammenziehen, ist schon gegenüber der durch Fol und Ballowitz (**4**) festgestellten Thatsache hinfällig, dass bei den von ihnen untersuchten Objekten in jeder Faserzelle nur ein System von die Achse umkreisenden Fibrillen existirt. Hier müssten ja die Muskelfasern bei jeder Änderung ihres Contractionszustandes sich um ihre Längsachse drehen!

Wenn auch genaue vergleichende Messungen obigem Satz bisher noch nicht zu Grunde gelegt werden können, so sind doch die Unterschiede, um welche es sich handelt, in vielen Fällen so gross und so leicht zu bestätigen, dass seine Richtigkeit mir ausser Zweifel zu sein scheint. Eine genauere quantitative Untersuchung wäre immerhin sehr erwünscht, wird freilich, wie schon die vorliegenden Messungen betreffs der Muskelkraft zeigen, keine leichte Aufgabe sein. Über die absolute Kraft der quergestreiften Muskeln vergleiche die Lehrbücher der Physiologie. Die Werthe liegen zwischen etwa 1^{kg} und 10^{kg}. Bei den glatten Muskeln des Froschmagens fand P. Schultz (**53**, b, 62) 0^{kg}5 bis 1^{kg}4. Bezüglich der Kraft der Flimmerorgane vergleiche ausser **17**, 392ff. noch P. Jensen **39**, 537, über die des Protoplasma P. Jensen **40**, 13ff.

5. Bei der Ontogenese der Muskelfasern und Flimmerorgane treten Doppelbrechung und Contractilität gleichzeitig auf.

Die Beobachtungen, auf welche sich dieser Satz gründet, sind in meiner Abhandlung »Contractilität und Doppelbrechung« S. 442, 454, 456—459 mitgetheilt. Der gelegentlich aufgestellten Behauptung, dass die Zellen des Herzens, schon bevor sie doppelbrechende Fibrillen aufweisen, Contractionen ausführen, muss ich nach meinen Beobachtungen an Hühnerembryonen widersprechen. Sobald in der zweiten Hälfte des zweiten Tages der Bebrütung rhythmische Bewegungen am Herzschlauch bemerklich werden, gelang es mir immer bei sorgfältiger Untersuchung im polarisirten Licht (im Dunkelkasten[1] mit und ohne Einschaltung empfindlichster Gipsplättchen) sichere, wenn schon schwache Doppelbrechung (einachsig, positiv in Bezug auf die Richtung der Verkürzung) nachzuweisen, und zwar schon am lebenden Objecte. Die Anwesenheit von Muskelfibrillen in den Zellen liess sich am frischen Objekt zur selben Zeit nicht mit Sicherheit erkennen, wohl aber nach Erhärtung in Alkohol oder verdünnter Chromsäure und Untersuchung in Glycerin oder Balsam, und zwar auch ohne Anwendung von differenzirenden Färbungen. Auch die Rumpf- und Schwanzmuskeln von Froschlarven zeigten bestimmt erst dann typische Contractionen, wenn doppelbrechende Fibrillen nachweisbar waren. Da hier, wie seit F. E. Schulze (**54**) bekannt, zunächst immer nur vereinzelte, kaum messbar dicke Fibrillen im Protoplasma der Myoblasten auftreten, darf es nicht Wunder nehmen, wenn der mikroskopische Nachweis ihres ersten Auftretens schwierig ist, und hätte es nichts zu sagen, wenn dieser Nachweis gelegentlich einmal erst um ein

[1] Das Arbeiten mit dunkeladaptirtem Auge, welches dieser Kasten ermöglicht, ist für Untersuchungen wie die vorliegende, wo es auf Entdeckung schwächster Lichtspuren ankommt, unentbehrlich (**19**, 577).

Weniges später gelänge als die Beobachtung der ersten Spuren von Contractilität am lebenden Object. Während bei den willkürlichen quergestreiften Muskeln, nach meinen Beobachtungen, mit Contractilität und Doppelbrechung gleichzeitig auch Querstreifen zu erscheinen pflegen, ist dies doch nicht bei allen der Fall. Schon A. Weismann (**57**, **58**, 282) fand die Kaumuskeln der Larven von *Musca vomitoria* vor dem Ausschlüpfen zwar contractil, aber noch einige Zeit danach ohne Querstreifen. Ich konnte dies bestätigen, aber zugleich nachweisen, dass sie zu jener Zeit schon deutlich doppelbrechen. Auch bei den Hautmuskeln der Fliegenlarven waren Doppelbrechung und Contractilität gleichzeitig — schon Stunden lang vor dem Ausschlüpfen — und erst viel später Querstreifung nachweisbar. Auch beim Herzmuskel von Hühnerembryonen vermochte ich erst am dritten bis vierten Tage der Bebrütung deutliche Querstreifung zu bemerken. Nicht die Querstreifung also, sondern die Anwesenheit doppelbrechender Theilchen in den Fasern ist das Entscheidende für das Auftreten des Contractionsvermögens.

6. Bei der Entwickelung der elektrischen Organe von *Raja clavata* aus contractilen quergestreiften Muskelfasern, bei der das Contractionsvermögen verloren geht und die elektromotorischen Fähigkeiten eine Steigerung erfahren, ist das erste wahrnehmbare Zeichen des beginnenden Functionswechsels ein Schwinden des Doppelbrechungsvermögens der Hauptsubstanz (Quer- und Mittelscheiben).

Diese höchst merkwürdige Thatsache ergab sich bei Untersuchung (**24**) der Veränderungen, welche die feinere Structur der quergestreiften Muskelsubstanz bei ihrer allmählichen Umwandlung in die Lamellen der Blätterschicht der elektrischen Organe im Schwanz von *Raja clavata* erleidet. Wie seit Babuchin (**1**) bekannt, entwickelt sich jedes elektrische Kästchen des Schwanzorgans der Rochen aus einer quergestreiften Muskelfaser, die weder morphologisch noch physiologisch von den bleibenden Schwanzmuskelfasern derselben Thiere zu unterscheiden ist. Insbesondere sind diese Fasern Anfangs contractil und ihre metabolen Schichten in normaler Weise doppelbrechend. Diese metabolen Schichten bilden sich nun zu den dicken, schwach und einfach lichtbrechenden Lamellen des elektrischen Kästchens um, während aus den arimetabolen die dünnen und stark, aber gleichfalls einfach lichtbrechenden Blätter hervorgehen. Der Verlauf dieser Änderungen zeigt (vom Verhalten der absoluten Dimensionen bei *Raja clavata*, *batis* und *circularis* abgesehen) im Ganzen die grösste Ähnlichkeit mit denjenigen, welche bei starker physiologischer Verkürzung in allen quergestreiften Muskelfasern auftreten (s. Satz 7). Das besonders Merk-

würdige besteht nun darin, dass (bei *Raja clavata*) die Umwandlung der Muskelfaser damit **beginnt**, dass das Doppelbrechungsvermögen ihrer metabolen Schichten schwindet. Noch ehe das proximale Ende der Muskelfaser sich keulenförmig zu verdicken anfängt, ist das Doppelbrechungsvermögen bereits sehr stark vermindert, bald völlig geschwunden. Dabei bleibt das Aussehen der metabolen Schicht im gewöhnlichen Licht oder zwischen parallelen Nicols zunächst ganz unverändert. Die Schicht erscheint hier gerade so stark lichtbrechend (bez. dunkel) wie vorher. Auch Volum- oder Structuränderungen sind Anfangs nicht nachweisbar. Zeichen von Contractilität sind nicht mehr aufzufinden.

Bei anderen Arten dagegen (z. B. *Raja radiata* [**32**] und unbestimmte, von Babuchin [**2**, **3**] untersuchte Species) erhält sich das Doppelbrechungsvermögen sehr lange. **Dann aber auch die Contractilität!** Babuchin giebt ausdrücklich an (**3**), dass er bereits stark keulenförmig angeschwollene Fasern auf galvanische Reizung sich noch contrahiren sah, und fügt Figuren bei (**3**, Fig. 19 und 20), in welchen die bereits weit ausgebildete Lamellenschicht junger Kästchen noch deutliche Doppelbrechung zeigt. Für die lange Fortdauer des Contractionsvermögens bei *Raja radiata*, die schon Ewart (**32**) vermuthete, spricht auch das Vorkommen verschiedener Contractionszustände an fixirten, in der Entwickelung zu elektrischen Kästchen weit fortgeschrittenen Fasern.

Wegen weiterer Einzelheiten sei auf meine ausführliche Darstellung (**24**) verwiesen, wo auch schon die Bedeutung der geschilderten Befunde für die Theorie der Muskelcontraction besprochen ist und Winke für die weitere experimentelle Forschung gegeben sind. Hoffentlich findet der interessante Gegenstand bald eine gründliche histiologisch-physiologische Weiterbearbeitung.

7. **Bei der physiologischen Contraction der Muskeln findet wie eine Abnahme der verkürzenden Kraft so auch eine Abnahme des Doppelbrechungsvermögens statt. Bei der Erschlaffung treten die entgegengesetzten Änderungen ein.**

Die mit fortschreitender Verkürzung wachsende Abnahme der verkürzenden Kraft der Muskeln hat bekanntlich Th. Schwann schon vor mehr als 60 Jahren an Froschmuskeln demonstrirt. Der schwierigere Nachweis, dass auch die doppelbrechende Kraft der Muskeln bei der physiologischen Verkürzung abnimmt, ist erst Victor von Ebner in seiner oben schon citirten classischen Arbeit bei quergestreiften Froschmuskeln gelungen (**9**, S. 88 ff.). Er deckte dabei zugleich die besonderen Umstände auf, durch welche Brücke und später L. Hermann zur Leugnung einer Änderung der optischen Constanten des Muskels bei der Contraction geführt wurden. Auf die angebliche Unveränderlichkeit dieser Constanten hatte Brücke, wie man weiss, seine Dis-

diaklastenhypothese gegründet, die seitdem nicht mehr aufrecht erhalten werden kann.

Ein tetanisch stark verkürzter Muskel zeigt nach EBNER während der ganzen Dauer des Tetanus ein geschwächtes Doppelbrechungsvermögen (**9**, 93).

Bei der Erschlaffung wächst, wie das Vermögen zu mechanischer Kraftentwickelung, auch die Kraft der Doppelbrechung wieder. Bei ermüdeten Froschmuskeln geht nach Aufhören des Reizes wie die Formänderung, so auch die Änderung der Anisotropie auffallend langsam zurück, und in noch höherem Grade ist dies — entsprechend den bekannten Gestaltveränderungen — bei Muskeln der Fall, welche mit Veratrin vergiftet sind (**9**, 93).

Wird der Muskel so fixirt, dass bei Erregung seine mechanische Energie sich wesentlich nur in Änderung der Spannung, nicht in Änderung der Form, äussern kann (isometrische Anordnung), so erfolgt keine oder nur eine unbedeutende Änderung des Doppelbrechungsvermögens. Die Erklärung hierfür liefern die sogleich (unter 9) anzuführenden Beobachtungen VON EBNER's.

An lebenden Käfermuskeln hat ROLLETT (**48**, 50—55) durch Untersuchung in chromatisch polarisirtem Licht deutliches Sinken der Doppelbrechung während der Contraction beobachtet. Das Sinken war so stark, dass »dadurch sogar die von der Verdickung bedingte Farbenänderung weit übercompensirt« wurde. Zu wesentlich gleichem Ergebniss kam er durch Untersuchung »fixirter« Contractionswellen. Ich kann ROLLETT's Beobachtungen nur bestätigen.

Sehr eingehend hat P. SCHULTZ (**53**, a, 533 ff.) das polarisatorische Verhalten glatter Muskeln aus der Ringfaserschicht des Magens von *Salamandra maculata* untersucht. Bei elektrischer Reizung lebender Faserschichten unter dem Mikroskop sah er die Verkürzung von starkem Sinken der Doppelbrechung begleitet. Vergleichung gleich dicker Schnitte von Fasern, die im vollständig erschlafften Zustand abgestorben und solcher, die im Augenblick der grössten Contraction in absoluten Alkohol getaucht waren, ergab dasselbe Resultat. In den letzteren war häufig, selbst bei grösserer Dicke der Schnitte, gar keine Doppelbrechung mehr nachweisbar, während die ersteren, bei übrigens gleicher Behandlung der Präparate (Aufhellen in Terpentinöl und Canadabalsam), sämmtlich deutliche Doppelbrechung zeigten. SCHULTZ hebt im Anschluss an VON EBNER's und meine Beobachtungen die Bedeutung seines Befundes für die Theorie der Contraction nachdrücklich hervor. Wegen der viel einfacheren Structur der glatten Muskelzellen im Vergleich zu der der quergestreiften Fasern sind, wie SCHULTZ mit Recht bemerkt, diese Befunde ganz besonders überzeugend und lehrreich.

8. Die Verkürzung der Muskeln bei der spontanen oder durch Wärme herbeigeführten Starre ist von einem starken Sinken der doppelbrechenden Kraft begleitet.

Diese wichtige Thatsache, welche den zahlreichen Punkten der Übereinstimmung zwischen physiologischer Contraction und Todtenstarre, auf die besonders Hermann mit Recht aufmerksam gemacht hat, einen neuen hinzugefügt, ist gleichfalls durch von Ebner festgestellt worden (9, 167 ff.). Zum Nachweis dienten hauptsächlich dünne Oberschenkelmuskeln vom Frosch (Sartorius, Rectus internus minor). Die Starreverkürzung wurde in einigen Fällen (Versuch 4 und 5) durch Erwärmung auf 38°—39° befördert, in einem (Versuch 6) durch Einbringen des Präparats in ein auf etwa 48° erwärmtes Luftbad rasch herbeigeführt.

Beobachtungen an anderen Objecten als quergestreiften Muskeln liegen, soviel ich weiss, nicht vor.

9. Wie die verkürzende Kraft des Muskels nimmt auch die Kraft der Doppelbrechung mit der Belastung (Dehnung) innerhalb gewisser Grenzen zu.

Bekanntlich beobachtete zuerst A. Fick am glatten Schliessmuskel von Anodonta die Zunahme des Verkürzungsvermögens mit der Anfangsspannung: schwerere Gewichte wurden höher gehoben als leichtere. Unabhängig von Fick zeigte R. Heidenhain, dass der nämliche Reiz auch im gedehnten quergestreiften Wirbelthiermuskel mehr mechanische Energie freimachen kann als im nicht gedehnten. Für den Herzmuskel gilt das Gleiche.

Das Verhalten der Doppelbrechung der Muskelfasern bei Dehnung ist von L. Hermann (38) und nach ihm in ganz besonders eingehender Weise durch von Ebner (9, 80 ff.) untersucht worden. Bei den glatten Muskelfasern (Längsmuskelschicht des Froschdarms, Muskelbündel des Enddarms von Salamandra) ist nach von Ebner die Steigerung der Doppelbrechung durch Dehnung leicht nachweisbar. Bei den quergestreiften Fasern sind die Verhältnisse complicirter, hauptsächlich durch die Zusammensetzung der Fibrillen aus abwechselnd einfach und doppelt brechenden Gliedern. Es können sich hier, wie von Ebner nachweist, entgegengesetzte Wirkungen[1] derart compensiren, dass scheinbar die optischen Constanten nicht beeinflusst werden. »Dies ist beispielsweise beim Sartorius des Frosches der Fall. Bei anderen Muskeln dagegen, wie beim Hyoglossus und Geniohyoideus des Frosches, kann

[1] Zu den von von Ebner aufgeführten Momenten, welche ein scheinbares Sinken der doppelbrechenden Kraft bei der Dehnung der Muskelfibrillen bewirken können, muss wohl auch die stärkere Dehnbarkeit der isotropen Glieder der Fibrillen gefügt werden.

durch Dehnung eine Verstärkung der Doppelbrechung erzielt werden.« Inzwischen steigt beim contrahirten Muskel die Doppelbrechung auch beim Sartorius beim Dehnen beträchtlich (**9**, 97, Versuch 16 und 17).

Werden die Muskeln von vorn herein an der Verkürzung gehindert (Isometrie), so kann die bei der Contraction auftretende Spannung eine so starke Steigerung des Doppelbrechungsvermögens bedingen, dass die sonst erfolgende Schwächung compensirt wird (s. oben 7).

»Auch an den durch Todtenstarre verkürzten Muskeln konnte, wie an den physiologisch contrahirten, sehr leicht durch Dehnung eine sehr bedeutende Verstärkung der Doppelbrechung erzielt werden« (**9**, 168).

Wegen weiterer Einzelheiten wie auch wegen der Methodik der Versuche und der Kritik der Beobachtungen muss auf die inhaltsreiche Schrift von Ebner's verwiesen werden. Dort ist auch das Verhalten der quergestreiften Muskeln gegen Druck in eingehendster Weise geprüft und discutirt. Auch hierbei ergab sich eine ganz unzweifelhafte Änderung der optischen Constanten (**9**, 99—167).

Bei glatten Muskeln (aus Darm, Harnblase des Frosches, am besten aus dem Mesenterium des Enddarms vom Salamander) konnte von Ebner die Steigerung der Doppelbrechung leicht schon durch einfache Dehnungsversuche nachweisen. Es wurde »beim Dehnen sofort ein deutliches Steigen der Interferenzfarbe« beobachtet (**9**, 178 ff.).

10. Wenn quergestreifte Muskelfasern durch chemische Agentien (Wasser, gewisse Salze, Säuren, Alkalien) zur Quellung gebracht werden, verkürzen und verdicken sie sich unter gleichzeitiger Abnahme ihres Doppelbrechungsvermögens. Durch entgegengesetzt (schrumpfend) wirkende Agentien können beide Arten von Änderungen wieder rückgängig gemacht werden.

Die obigen Sätze gründen sich auf zahlreiche, zum Theil längst bekannte Thatsachen. Über die von Abnahme der Doppelbrechung begleitete Verkürzung durch Quellung vergleiche man besonders O. Nasse (**44**) und von Ebner (**9**, 169 ff.) und die von diesen citirte Litteratur. Dass es speciell die anisotropen, metabolen Glieder der quergestreiften Muskelsubstanz sind, an denen sich die betreffenden Vorgänge abspielen, konnte ich bei Käfermuskeln nachweisen (**12**, 180). Die wichtige Thatsache der Wiederherstellung der früheren Anisotropie bei Aufhebung der Quellung wurde — im Anschluss an ältere analoge Beobachtungen von W. Müller (**43**) am fibrillären Bindegewebe — durch Nasse (**44**, 27 ff.) und von Ebner (**9**, 170 ff.) festgestellt.

Die glatten Muskelfasern sind in Bezug auf den vorliegenden Punkt, sowiel ich weiss, noch nicht untersucht. An Flimmerorganen ist aber die Verkürzung und Abnahme der Lichtbrechung bei der Quellung und die Umkehrbarkeit dieser Veränderungen bei der Schrumpfung nachgewiesen (**17**, 363, **25**, 787). Bei starker Quellung schwindet die Anisotropie sicher. Doch fehlt es noch an genaueren Untersuchungen im polarisirten Lichte.

Von grosser Bedeutung ist es, dass die hier beschriebenen Erscheinungen nicht nur an lebendigen, reizbaren Muskelfasern, sondern auch an abgestorbenen, ihrer Reizbarkeit unwiederbringlich beraubten Fasern eintreten. Ich beobachtete starke Verdickung und Verkürzung der doppelbrechenden Schichten (unter Umständen bis über 50 Procent) an spontan oder wärmestarren Arthropodenmuskelfasern bei Quellung in sehr verdünnter Milch-, Essig- oder Salzsäure, auch 10 procentiger Kochsalzlösung (**12**, 180). Die beschriebenen Erscheinungen sind also nicht etwa auf eine **physiologische** Contraction in Folge chemischer Reizung zurückzuführen, bei der ja auch wesentlich die gleichen Vorgänge stattfinden. Sie werden aber da, wo die quellungserregenden Agentien zugleich »reizend« wirken, sich in lebendigen Fasern mit den von der physiologischen Erregung herrührenden gleichartigen Veränderungen combiniren müssen. Ich vermuthe, dass dies namentlich beim Ammoniak in hohem Grade der Fall ist.

11. Auch alle leblosen faserigen Gewebselemente, welche einachsig positiv doppelbrechend und merklich quellungsfähig sind, besitzen das Vermögen, sich unter Verdickung in der Richtung der optischen Achse zu verkürzen.

Zuerst wurde dies Verhalten beim fibrillären Bindegewebe durch W. Müller (**43**, 184) entdeckt. Auf die Übereinstimmung dieses Falles mit dem Verhalten der doppelbrechenden Glieder der Muskelfibrillen bei der physiologischen Contraction wies ich hin (**12**, 177, **13**, 95, **18**, **23**). von Ebner zeigte durch Versuche an Sehnengewebe (**9**, 52ff.), Hornhaut (**9**, 79ff.), Knochen (**9**, 63), Knorpel (**9**, 65ff., 74), Haaren (**9**, 204), dass es sich um eine sehr allgemein bei positiv einachsig doppelbrechenden Fasern vorkommende Eigenschaft handelt.

Die Bedingungen, unter welchen Verkürzung erfolgt, sind wie bei den Muskeln Einwirkung Quellung verursachender Flüssigkeiten (kaustische Alkalien, verdünnte Milchsäure, Essigsäure, Salzsäure u. A.) und Erwärmung.

Die schwach doppelbrechenden, glasartigen Sehnen von Arthropodenmuskeln (*Astacus*, *Lucanus* und andere Käfer), welche aus Chitin zu bestehen scheinen und wie dieses durch die genannten Säuren und Alkalien nicht merklich angegriffen werden, insbesondere darin nicht

quellen, verkürzen sich unter Einfluss dieser Agentien wie auch bei Erhitzung (Kochen) nicht merklich. Ihr Doppelbrechungsvermögen nimmt dementsprechend unter diesen Umständen auch nicht merkbar ab (eigene Beobachtungen). Ich betone diesen Fall, weil er lehrt, dass Doppelbrechungsvermögen nicht auch nothwendig Contractilität zur Folge haben muss. Optische Anisotropie ist eine — und zwar eine absolute — Bedingung für letztere, aber nicht die einzige. Dasselbe lehrt ja auch das Verhalten vieler Krystalle (s. später unter 18). Wenn man also sagen darf: ohne Doppelbrechung keine Contractilität, ist es doch nicht erlaubt, den Satz umzukehren.

12. Die Kraft, welche bei der Verkürzung lebloser Fasern durch Quellung oder Erwärmung entwickelt werden kann, sowie auch die relative Grösse der Verkürzung, ist im Allgemeinen (auch beim selben Objekt) um so grösser, je grösser die Kraft der Doppelbrechung. Die absoluten Werthe können die höchsten bei Muskeln beobachteten Werthe übertreffen. Bei der Verkürzung nimmt die Doppelbrechung ab.

Am genauesten untersucht ist in dieser Hinsicht das fibrilläre Bindegewebe (**13**, 95, **23**, 18ff., Anh. IV). Die Verkürzung des Bindegewebes (Sehnen, Darmsaiten) bei der Quellung oder Erhitzung ist eine längst und allgemein bekannte Erscheinung. Das optische Verhalten wurde von W. Müller (**43**, 184ff.) zuerst ermittelt. Über Kraft und Grösse der Verkürzung habe ich zahlreiche Messungen angestellt (**13**, 95, **23**, 18ff., Anh. I—V, 54ff.). Frische oder getrocknete und bei gewöhnlicher Temperatur in Wasser wieder aufgeweichte Sehnenfasern wirken ausserordentlich stark positiv einachsig doppelbrechend, in gleicher Schichtendicke entschieden stärker wie quergestreifte Muskelfasern. In diesem Zustand nun können sie bei Quellung, beispielsweise in sehr verdünnter Milchsäure, Essigsäure, Kalilauge (**23**, 63, Tab. IV*a*) von gewöhnlicher Temperatur, sich mit einer Kraft verkürzen, welche erheblich diejenige übertrifft, die menschliche Muskeln gleichen Querschnitts bei stärkster tetanischer Reizung zu entwickeln vermögen. Noch höhere Kräfte können durch Erhitzen hervorgerufen werden. Eine feuchte Darmsaite von etwa $0^{mm}.7$ Dicke suchte sich beim raschen Erwärmen auf 130° mit einer Kraft von über 1000^{gr} zu verkürzen, was etwa dem 14fachen der absoluten Kraft menschlicher Muskeln entspricht (**23**, 26).

Die Grösse der Verkürzung solcher Objecte bleibt ebenfalls nicht hinter der von Muskeln gleicher Dimensionen und gleicher Belastung zurück. In $2\frac{1}{2}$procentiger Milchsäure verkürzten sich unbelastete Violin-E-Saiten um mehr als 40 Procent, bei Erwärmen in Wasser von 100° um etwa 70 Procent (**23**, 55, Tab. I*a*, 57ff., Tab. II).

Wenn die Bindegewebsfasern in Säuren oder Alkalien quellen oder sich durch Hitze verkürzen und verdicken, sinkt, wie W. Müller (**43**, 184) fand und von Ebner näher zeigte (**9**, 52 ff.), ihre Doppelbrechung; damit wird auch, wie meine Messungen ergaben, ihre Verkürzungskraft in entsprechendem Maasse geschwächt, unter Abnahme der Elasticität (Zunahme der Dehnbarkeit), wie bei der Contraction lebendiger Muskelfasern (**23**, Anhang).

In concentrirter Chlorcalciumlösung schrumpft eine Sehne enorm (bis über 80 Procent) in der Längsrichtung und verdickt sich dabei ungemein stark und wird glasartig durchsichtig, während gleichzeitig die Doppelbrechung bis auf kaum merkliche Spuren schwindet (**43**, 184, **9**, 54 ff.).

Besonders hervorzuheben ist die weitgehende Übereinstimmung im thermischen Verhalten von Sehnen und todten quergestreiften Muskeln. Wie ich fand (**23**, 69 ff.), bewirkte Temperaturerhöhung bei Muskeln, die durch längeres Erwärmen auf 45° starr geworden, oder nach zweitägigem Trocknen oder Liegen in 90° Alkohol zwei Stunden in destillirtem Wasser geweilt hatten, erst dann Verkürzung, wenn die Temperatur über 60° gestiegen war, unterhalb dieser Temperatur geringe Verlängerung. Nachdem dann einmal Verkürzung durch jene höhere Temperatur eingetreten war, bewirkte auch bei niedrigeren Temperaturen Erwärmung Verkürzung. Ganz dasselbe beobachtet man im Grossen und Ganzen bei Sehnen, die der gleichen Behandlung unterworfen werden. Bei beiden nimmt auch das Doppelbrechungsvermögen erst beim erstmaligen Überschreiten jener hohen Wärmegrade merklich ab. Die Anfangstemperatur, bei welcher dies und die bleibende thermische Verkürzung eintritt, hängt übrigens — wie ich bei Sehnen speciell für letzteres Vermögen nachwies (**23**, 60 ff.) — ganz von den sonstigen Bedingungen, besonders von der Art der imbibirten Flüssigkeit ab. Sie kann durch kaustisches Alkali, durch Säuren und andere quellend wirkende Agentien bis auf 15° und tiefer herabgedrückt werden.[1]

Viele andere, das Verhalten der Doppelbrechung von Sehnen und todten Muskeln gegen Erwärmung betreffende, und wichtige Parallelen zwischen beiden Vermögen aufdeckende Thatsachen s. bei von Ebner (**9**, 55 ff. und 177 ff.).

---

[1] Eine Zurückführung der thermischen Verkürzung auf »Eiweissgerinnung« oder Schrumpfung von Eiweissgerinnseln, wie sie neuerdings noch von Gotschlich (**35**, 342) vertheidigt wurde, ist also ganz unmöglich. Die oben angeführten Thatsachen enthalten auch die Widerlegung des Bedenkens, welche Gotschlich — der die Thatsachen übrigens bestätigt — auf Grund des thermischen Verhaltens wärmestarrer Froschmuskeln gegen meine Auffassung erhoben hat (**35**, 342).

13. Bei durch Quellung oder Erhitzung geschwächten Sehnenfasern kann, durch Neutralisation bez. Abkühlung, mit der Doppelbrechung auch das Verkürzungsvermögen wiederhergestellt werden.

Die Wiederherstellung der Form und der doppelbrechenden Kraft wurde von W. Müller beim fibrillären Bindegewebe entdeckt (**43**, 185), durch von Ebner bestätigt (**9**, 53 ff., 65 ff.) und weiter untersucht, die dabei stattfindenden Änderungen der Dimensionen, Dehnbarkeit und Elasticität von mir durch eine Reihe von Messungen an Darmsaiten im Einzelnen belegt (**23**, 56 ff., Tab. Ib, Ic, II). Die Umkehr der Erscheinungen erfolgt auch ohne Einwirkung äusserer Zugkräfte. Die optischen und mechanischen Vorgänge sind also offenbar in principieller Übereinstimmung mit denen, welche in den lebenden Muskelfasern bei der Rückkehr aus dem contrahirten in den erschlafften Zustand ablaufen. Auch bei den Muskeln findet ja bei der Erschlaffung eine Wiederstreckung unter Verdünnung der Fibrillen statt, und zwar ohne Mithülfe von Dehnung, wie der geschlängelte Verlauf zeigt, den die Fibrillen annehmen, wenn sie sich bei der Erschlaffung nicht unbehindert strecken können (s. oben S. 697). Bei der Erschlaffung steigt auch das Doppelbrechungsvermögen nach von Ebner's, Rollett's und Schultz' oben erwähnten Beobachtungen an quergestreiften und glatten Muskeln.[1]

14. Dehnung von Sehnenfasern steigert gleichzeitig die Kraft ihres Doppelbrechungs- und ihres Verkürzungsvermögens.

Bei frischen, ungeschwächten Sehnen, die ungedehnt bereits sehr stark anisotrop sind, ist die Steigerung der Doppelbrechung durch Zug nicht leicht nachweisbar. Doch konnte von Ebner (**9**, 48) die Verstärkung bei einer etwa $0^{mm}.1$ dicken Sehne aus dem Schwanz einer Maus schon deutlich wahrnehmen bei einer Verlängerung, welche weniger als 1 Procent der ursprünglichen Länge betrug. Viel leichter gelingt der Nachweis bei gequollenen oder durch kurze Einwirkung heissen Wassers geschwächten Sehnen. Hier nimmt mit der Dehnung wie die Doppelbrechung so auch die Kraft des durch chemische oder thermische Einwirkung erzeugten Verkürzungsstrebens innerhalb weiter Grenzen sehr auffällig zu (**23**, 62 ff., Tab. IV*a*).

---

[1] Wenn man die Erschlaffung neuerdings auf »assimilatorischen« chemischen Processen beruhen lassen will, so kann es sich dabei doch höchstens um indirecte Beziehungen zu chemischen Processen handeln, da ja vorstehende Thatsachen die Umkehrbarkeit der mechanischen und optischen Vorgänge an todten Objecten beweisen bei denen von »Assimilation« nicht die Rede sein kann.

So wurde beispielsweise bei Quellung einer Violin-E-Saite, bei gewöhnlicher Temperatur,

in Wasser

	Anfangsspannung		Kraft
bei Anfangsspannung	0^{gr}	eine Kraft von	77^{gr}
» »	105	» » »	226
» »	335	» » »	365
» »	450	» » »	496

in Milchsäure von 0.25 Procent

	Anfangsspannung		Kraft
bei Anfangsspannung	0^{gr}	eine Kraft von	110^{gr}
» »	5	» » »	115
» »	215	» » »	351
» »	425	» » »	490

erreicht.

Ähnliche Zahlen ergaben sich bei Quellung in Essigsäure oder Kalilauge und bei thermischer Verkürzung. Eine Violinsaite, die 24 Stunden lang unbelastet in Milchsäure von 0.25 Procent gelegen und sich dabei um etwa 32 Procent verkürzt und um das 4–5fache verdickt hatte, erreichte bei Erwärmen auf 80°

	Anfangsspannung		Verkürzungskraft
bei der Anfangsspannung von	5^{gr}	eine Verkürzungskraft von	100^{gr}
» » » »	90	» » »	125
» » » »	125	» » »	154

Es besteht also auch in dem Verhalten gegenüber Dehnung bei todten, künstlich zur Verkürzung veranlassten Sehnen derselbe Parallelismus zwischen Doppelbrechung und Verkürzungsfähigkeit wie bei lebendigen, gereizten Muskelfasern.

15. Die im ungedehnten Zustand einfachbrechenden Fasern des elastischen Gewebes verkürzen sich beim Erwärmen nicht. Gedehnt werden sie positiv einachsig doppelbrechend und erhalten damit das Vermögen, sich bei Erwärmung in der Richtung der optischen Achse zu verkürzen. Mit der Dehnung wachsen Doppelbrechung und Verkürzungsvermögen innerhalb weiter Grenzen. Die absoluten Werthe beider fallen in dieselbe Grössenordnung wie die entsprechenden lebendiger Muskelfasern.

W. Müller zeigte (**43**, 174) zuerst, dass die Fasern des elastischen Gewebes (Nackenband) im frischen, ungespannten Zustand »keine oder nur äusserst schwach doppelbrechende« Eigenschaften besitzen, bemerkte aber schon, dass, »wo ein Bündel mehr gestreckten Verlauf hat«, also etwas gespannt ist, schwache Doppelbrechung, einachsig positiv in Bezug auf die Längsachse der Fasern, deutlich wird. von Ebner

(9, 44 ff., 231) fand, dass frische, elastische Fasern durch Zug sehr leicht stark doppelbrechend zu machen sind. Die Doppelbrechung ist stets positiv in Bezug auf die Zugrichtung. An $0^{mm}.3$ dünnen Faserbündeln war schon eine Dehnung von 2 Procent der Länge ausreichend (9, 45). Die Kraft der Doppelbrechung wuchs continuirlich mit der Dehnung (9, 46, Tabelle). An demselben Object betrug bei einer Dehnung um 77 Procent, trotz der bedeutenden Verdünnung der Substanz, die Erhöhung der Farbe »eine ganze Farbenordnung von Grau I. O. bis Blass-Blaugrün II. O., was als eine sehr starke Steigerung der Doppelbrechung bezeichnet werden muss«.

Über den Einfluss der Dehnung auf das Verkürzungsvermögen haben meine Messungen (23, 64, Tab. IV *b*) an Längsstreifen aus dem frischen Nackenband des Rindes ergeben, dass die ungespannten Fasern sich bei Erwärmung nicht oder kaum merklich verkürzen.[1] Aber schon bei sehr geringer Dehnung können — und zwar schon durch sehr mässige Erwärmung — bedeutende Verkürzungskräfte entwickelt werden. So erreichte das Contractionsstreben eines Streifens Nackenband von 49^{mm} Querschnitt, als er in Wasser erwärmt wurde, bei einer Anfangsspannung (bei 15°) von 10^{gr} bez. 100^{gr} und 185^{gr}

bei 20°	30°	40°	50°
20^{gr}	28^{gr}	32^{gr}	38^{gr}
105	120	132	140
182	190	198	205

Das sind Kräfte von durchweg gleicher Ordnung, wie sie quergestreifte Muskeln bei der natürlichen oder künstlichen Erregung entwickeln. Auch die Grössen der relativen Verkürzungen sind von gleicher Ordnung.

Nach Aufhören der Dehnung sinken mit der Rückkehr der Fasern zur ursprünglichen Form auch Doppelbrechungs- und Verkürzungsvermögen wieder auf die anfänglichen verschwindend kleinen Werthe herab. Beliebig oft kann am gleichen Object der Versuch mit gleichem Erfolg wiederholt werden.

16. Die positiv einachsig doppelbrechenden Fasern des Blutfibrins besitzen das Vermögen, sich bei Erwärmung unter Verdickung und Abnahme des Doppelbrechungsvermögens zu verkürzen.

---

[1] Gotschlich's Angaben (34) über den Einfluss der Wärme auf das elastische Gewebe sind insofern werthlos, als er fibrilläres Bindegewebe und elastisches Gewebe nicht aus einander gehalten und den entscheidenden Einfluss der Spannung auf die verkürzende Wirkung der Erwärmung nicht berücksichtigt hat, auf den ich doch schon nachdrücklichst hingewiesen hatte (23).

Die Entdeckung dieser wichtigen Thatsachen verdanken wir L. Hermann (**37**, 253). Sie ist für unsere Frage besonders lehrreich, weil sie zeigt, dass die Fähigkeit doppelbrechender quellungsfähiger Körper, sich zu verkürzen, nicht nur solchen Fasern zukommt, die sich durch lebendige Wachsthumsvorgänge gebildet haben und im histologischen Sinne organisirt sind. Hermann, der die Bildung der Fibrinfasern einem Kristallisationsprocess vergleicht, mit dem sie offenbar viele Ähnlichkeit hat, machte sogleich auf die möglicherweise grosse Bedeutung der von ihm gefundenen Thatsachen für das Verständniss der Muskelcontraction aufmerksam (**37**, 249, 253), änderte jedoch später, wie im Eingang bereits erwähnt, seine Auffassung in diesem Punkte.

Leider eignen sich die Fibrinfasern nicht wohl zu genaueren messenden Versuchen, insbesondere nicht zu Kraftbestimmungen. Dies gilt auch von den künstlich erzeugten einachsig doppelbrechenden fibrillären Ausscheidungen, die von Ebner bei Versuchen zur Prüfung der Spannungshypothese vom Ursprung der Doppelbrechung organisirter Substanzen, aus Hühnereiweiss, thierischem Schleim, Leim u. A. erhielt, indem er diese beim Erstarren einem orientirten Druck oder Zug aussetzte (**9**, 226 ff.).

Ob auch bei den letztgenannten Objecten, soweit sie positiv einachsig in Bezug auf die Längsachse sind, bei Quellung oder Erhitzung eine Verkürzung und Verdickung unter Abnahme der Doppelbrechung stattfinden kann, wurde so viel mir bekannt bisher nicht untersucht.

17. Kautschuk, im ungespannten Zustand isotrop und nicht verkürzungsfähig, wird beim Dehnen doppelbrechend und thermisch contractil.

Das Streben des gespannten Kautschuks, sich bei Erwärmung zu verkürzen, ist den Physikern schon längst bekannt, ebenso die Thatsache, dass er bei Dehnung doppelbrechend wird. Ungespannte Kautschukstreifen von verschiedener Herkunft und hinreichender Durchscheinendheit fand ich (**23**, 31)[1] stets einfachbrechend oder doch nur an mikroskopisch beschränkten Stellen mit unregelmässigen Spuren von Anisotropie. Durch Zug wurden sie in allen Fällen anisotrop, und zwar einachsig, positiv in Bezug auf die Dehnungsrichtung. Die Kraft der Doppelbrechung wuchs continuirlich mit der Dehnung und konnte wie diese ausserordentlich hohe Werthe erreichen.

Ebenso verhielt sich die Kraft des durch eine bestimmte Temperatursteigerung erzeugten Verkürzungsstrebens.

---

[1] Die Untersuchung erfolgte mit dem Polarisationsmikroskop, auf dem Objectglas, bei schwacher Vergrösserung, starker Beleuchtung (Auer- oder Nernstbrenner mit Condensor) und im Dunkelkasten. Schon Streifen von 0mm5 Dicke erwiesen sich unter diesen Bedingungen häufig hinreichend durchscheinend.

Graphische Messungen[1] unter Anwendung meines Auxotonometers ergaben beispielsweise folgende Zahlen:

	Anfangsspannung in Grammen bei:	Spannung in Grammen bei den Temperaturen:								
	15°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°
Prismatischer vulcanisirter Kautschukstreifen von 2 qmm Querschnitt in Wasser	90	90	92	94	97	101	105	110	118	125
Ebensolcher Faden von Gummi elasticum, ungefähr 2 mm dick	175	175	177	180	183	188	190	192	—	—

Gute Fäden von bestem, nicht vulcanisirtem Kautschuk, deren Dicke bei einer Belastung von 800 g bei Zimmertemperatur nur etwa $^1/_8$ qmm betrug, konnten diese Last für ganz kurze Zeit noch eben merklich heben, wenn sie rasch um etwa 20° über die Zimmertemperatur erwärmt wurden. Dies entspricht für 1 qcm Querschnitt einer Kraft von mehr als 640 kg, etwa dem 60 fachen Werth der »absoluten« Kraft menschlicher Wadenmuskeln (**23**, 31). Bei der ausserordentlichen Verschiedenheit des Materials und seiner Veränderlichkeit, die auch, wie schon mehrfach bemerkt wurde, während der Dehnungs- und Erwärmungsversuche sich fortwährend störend bemerkbar macht, schwanken natürlich die cet. par. gefundenen Werthe innerhalb weiter Grenzen.

Mit Nachlass der Dehnung nehmen Doppelbrechungsvermögen und thermische Contractilität ab.

Das Verhalten des Kautschuks ist für uns besonders werthvoll, weil es lehrt, dass auch nicht organisirte, nicht fibrillär gebaute, ja nicht einmal in Wasser merklich quellbare Substanzen dieselben gesetzmässigen Beziehungen zwischen Polarisations- und Verkürzungsvermögen zeigen können wie die Fasern der Muskeln, der Sehnen, des elastischen Gewebes, oder des Fibrins.[2]

18. Auch einachsig doppelbrechende Krystalle können sich beim Erwärmen in gewissen, durch die Lage der optischen Achse bestimmten Richtungen verkürzen.

Bei seinen grundlegenden Untersuchungen über die thermische Ausdehnung von Krystallen entdeckte Mitscherlich, dass der Kalkspath, der negativ einachsig ist, sich beim Erwärmen senkrecht zur optischen Achse verkürze. Auch bei dem Beryll, Adular, Diopsid und anderen anisotropen Krystallen ist thermische Verkürzung beobachtet. Isotrope, reguläre Krystalle dehnen sich beim Erwärmen in allen Richtungen

[1] Näheres s. **23**, 62 f. Tab. IVb.

[2] Ich finde nachträglich, dass auch Russner in einer werthvollen Arbeit (**51**, 215) auf diese Beziehungen aufmerksam gemacht hat. Vergl. auch J. Wiesner (**59**, 385).

gleichmässig aus. Ich erwähne diese, schon früher (**23**, 33 Anm.) in ihrer Bedeutung für unsere Frage von mir angeführte und auch von Russner (**51**, 215) theoretisch verwerthete Thatsache nur, weil sie zeigt, dass auch in der anorganischen Natur sich ein Zusammenhang zwischen Verkürzungs- und Doppelbrechungsvermögen offenbart. Wegen weiterer Einzelheiten sei auf Groth (**36**, 181 ff.) verwiesen und auf die betreffenden Abschnitte in O. Lehmann's Molecularphysik (I. Band, 1888, S. 51 ff.) und W. Ostwald's Lehrbuch der allgemeinen Chemie (I. Band, 2. Aufl., 1899, S. 892 ff.).

Schlussbetrachtungen.

Optisches und mechanisches Verhalten des **ungeformten** contractilen Protoplasmas. Entkräftung der darauf begründeten Einwände gegen unsere Annahme. Über den Begriff und die Anwendung des Wortes **Contractilität.**

Die auf den vorausgehenden Seiten zusammengestellte Reihe von Thatsachen erweist, wie ich meine, hinreichend die Berechtigung unserer, im Eingange ausgesprochenen Behauptung eines absoluten causalen Zusammenhangs zwischen Doppelbrechung und Verkürzungsvermögen. Ihre Beweiskraft ist um so stärker, als die einzelnen zur Begründung dienenden Argumente von einander ganz unabhängig sind und die verschiedenartigsten, ja zum Theil geradezu entgegengesetzte Erscheinungsgebiete betreffen. Viele der als Belege dienenden Thatsachen, für deren Existenz sich sonst kein Grund angeben lässt, stellen sich als nothwendige Folgen unserer Annahme heraus, die denn auch ihren heuristischen Werth mehrfach erwiesen hat. Bei so fester Begründung darf man verlangen, dass in Fällen, wo die Annahme unzutreffend erscheinen sollte, zunächst geprüft werde, ob etwa Umstände vorhanden sind, welche die Ausnahme erklären können, d. h. sie als eine nur scheinbare erweisen.

Einen solchen Fall bietet nun das ungeformte contractile Protoplasma.

Es ist eine unleugbare Thatsache, dass das contractile Protoplasma der Amöben und anderer amöboid beweglicher Protoplasten, das strömende Protoplasma vieler Rhizopoden und Pflanzenzellen u. A. von Anisotropie keine oder nur sehr zweifelhafte Spuren erkennen lässt. Mit dieser sehr wichtigen Thatsache müssen wir uns also abfinden und prüfen, ob der darauf begründete Einwand gegen die von mir behauptete Allgemeingültigkeit jener Beziehungen zwischen optischem und mechanischem Vermögen aufrecht erhalten werden muss oder sich entkräften lässt.

Ich glaube, dass das Letztere wohl möglich ist. Und zwar aus Gründen, die einmal das optische Verhalten und dann die mechanischen Erscheinungen der Protoplasmabewegung betreffen.

Was zunächst die anscheinend durchweg einfachbrechende Beschaffenheit des ungeformten Protoplasmas anlangt, so ist es sehr wohl denkbar, dass besondere Umstände den Nachweis doppelbrechender contractiler Theilchen in ihm verhinderen oder doch sehr erschweren. Solche Umstände sind allerdings vorhanden. Zunächst wird wegen des in den meisten Fällen ausserordentlich hohen Wassergehalts des contractilen Protoplasmas sein Gehalt an fester anisotroper Substanz für den Nachweis zu gering sein können. Dazu kommt die meist sehr geringe absolute Dicke der Objecte und zu beiden Umständen noch die aus der Regellosigkeit und fortwährenden Veränderlichkeit der Bewegungsrichtung der kleinsten Protoplasmatheilchen mit Nothwendigkeit zu erschliessende regellose Orientirung der kleinsten anisotropen contractilen Theilchen. Wenn sich das optisch scheinbar isotrope contractile Protoplasma der Oberfläche von *Actinosphaerium Eichhorni* zu radiären Strahlen von grösserer Dichte und Festigkeit umformt, erweist es sich alsbald deutlich doppelbrechend. Werden die Strahlen (z. B. nach elektrischer Reizung) eingezogen — »eingeschmolzen« —, so wird die Doppelbrechung wieder unmerklich. Das ungeformte contractile Protoplasma der corticalen Schicht von Stentor, welches die l a n g s a m e n Contractionen des Thieres vermittelt, ist deutlich doppelbrechend. Durch die constante Richtung der Verkürzung, die mit der optischen Achse zusammenfällt, bildet dieser Fall einen Übergang zur geformten Muskelsubstanz (S. 14, S. 448 ff.).

Zweitens aber — und hierauf möchte ich vor Allem Nachdruck legen — sind die am ungeformten Protoplasma zu beobachtenden und gemeinhin sämmtlich als Contractionserscheinungen bezeichneten Bewegungen keineswegs ohne Weiteres und in ihrem ganzen Umfange den Contractionen der geformten contractilen Substanzen, speciell der Muskelfasern, zu vergleichen.

Wenn ich die Forderung stellte (**12**, 181) — und noch stelle — dass jede Theorie der Muskelcontraction auch Anwendung finden müsse auf die Bewegungen des ungeformten Protoplasma, da zwischen beiden allmähliche Übergänge vorkommen, so sollte das nicht heissen, dass a l l e am contractilen Protoplasma zu beobachtenden Massenbewegungen der unmittelbare Ausdruck von Vorgängen seien von principiell gleichem Mechanismus, wie der der Contraction einer Muskelfaser oder eines Flimmerhaars. Schon damals[1] habe ich sogleich bemerkt, dass

[1] Vergl. (**14**, 182). — Siehe auch schon (**10**, 321)

sich bei den Protoplasmabewegungen rein physikalische, auf Änderungen der Cohäsion und der Oberflächenspannung beruhende Massenbewegungen einmischen, Bewegungen der Art also, wie sie auch leblose Flüssigkeitstropfen zeigen. Meiner Auffassung nach sind die sichtbaren Verschiebungen und Formänderungen hier wesentlich secundäre, nicht eigentlich physiologische Vorgänge. Als primäre physiologische Ursache derselben betrachte ich die, an chemische Activität gebundene Formveränderung kleinster, ultramikroskopischer, im Protoplasma enthaltener doppelbrechender Theilchen, quellungsfähige Molekülcomplexe, die ich als Inotagmen bezeichnet habe. Es mag dahingestellt bleiben, ob diese, aus morphologischen und anderen Gründen (**12**, 177, Anm. 2), im Ruhezustand faserförmig zu denkenden Theilchen bleibende, oder ob sie vorübergehend entstehende und wieder vergehende festere Gebilde sind. Jedenfalls sind es meiner Auffassung nach nur die Formveränderungen dieser Gebilde, welche den Contractionen der Muskelfibrillen, Flimmerhaare u. s. w. zu vergleichen sind und auf gleichem Princip wie letztere beruhen. Auf sie allein ist also der Ausdruck »Contraction« anzuwenden. Sie veranlassen secundär jene rein physikalischen Bewegungen, die ich als »Tropfenbewegungen« bezeichnen möchte, indem sie durch ihre, bei »Reizung« erfolgende Annäherung an die Kugelform, dem Protoplasma an den betreffenden Stellen eine in allen Richtungen mehr gleiche Cohäsion geben. Die Masse muss in Folge hiervon, indem sie nun in höherem Maasse die Eigenschaften einer homogenen Flüssigkeit erhält, den Bewegungsgesetzen der letzteren folgen, namentlich also eine von einer Minimalfläche begrenzte Gestalt anzunehmen suchen.[1] Mit Wiederstreckung der einzelnen Inotagmen — die im Allgemeinen ungleichzeitig und nach verschiedenen Richtungen orientirt erfolgen muss — wird die Cohäsion der Masse wieder mehr ungleich und müssen Bewegungen in ihr auftreten, die von denen echter homogener Flüssigkeiten abweichen.

Besonders beweisend für die hier entwickelte Vorstellung schienen mir die Erfolge der künstlichen (elektrischen) Reizung des Luftblasen einschliessenden Protoplasmas von *Arcella*, die ich vor Jahren (**10**, 307) beschrieben und neuerdings wieder beobachtet habe. Die vor der Reizung mehr oder weniger unregelmässig gestalteten Luftblasen werden plötzlich kugelig, und erst hierauf erfolgt Einziehung der Fortsätze und Zusammenziehung des ganzen Plasmakörpers auf die der kleinsten Oberfläche entsprechende Gestalt. Bei elektrischer Reizung körnchen-

[1] Es sind diese rein physikalischen Tropfenbewegungen der lebenden Protoplasmamassen, welche neuerdings durch Bütschli, Quincke, Rhumbler, Jensen u. A. eine so gründliche Bearbeitung erfahren haben. Nähere Litteraturangaben bei Jensen (**40**).

haltigen, amöboid beweglichen oder Körnchenströmung zeigenden thierischen oder pflanzlichen Protoplasmas sieht man als erste Wirkung die Körnchenverschiebung an allen vom Reiz direct getroffenen Stellen plötzlich zum Stillstand kommen und erst merklich später das Einziehen der Fortsätze, das Varicöswerden der Protoplasmastränge u. s. w. folgen (**10**, 315 ff.).

Ich glaube, dass die hier betonte Trennung der Bewegungserscheinungen des ungeformten Protoplasmas in »Contractionen« und »Tropfenbewegungen«, d. h. in primäre, der Contraction der geformten doppelbrechende contractilen Substanzen principiell gleichartige, und in secundäre, rein physikalische, von der Anisotropie unabhängige, auf Änderung der Cohäsion und Oberflächenspannung durch die primären beruhende Massenverschiebungen der Klärung des Begriffs »Contractilität« nur dienlich sein kann.[1] Sie giebt der aus dem Vorkommen allmählicher Übergänge zwischen Muskel-, Flimmer- und Protoplasmabewegung zu folgernden Einheitlichkeit dieser drei Arten von organischer Bewegung Ausdruck und zugleich Rechenschaft von den specifischen Eigenthümlichkeiten der Bewegung des ungeformten Protoplasma.

Da es an dieser Stelle nur darauf ankommt, die Berechtigung der Annahme eines allgemein herrschenden causalen Zusammenhangs zwischen Doppelbrechungsvermögen und Contractilität zu begründen, unterlasse ich hier ein näheres Eingehen auf diesen Punkt.

Der aus der scheinbaren Isotropie des ungeformten contractilen Protoplasmas abgeleitete Einwand gegen unsere Annahme hat sich somit als nicht stichhaltig erwiesen. Mit erhöhtem Rechte dürfen wir jetzt behaupten:

Alle unter dem Namen der Contractilitäts-Erscheinungen zusammengefasste organische Massenbewegungen, von der Muskelzuckung herab bis zur trägen Formveränderung eines Protoplasmaklümpchens, sind gebunden an die Gegenwart doppelbrechender Substanz. Die Veränderungen dieser Substanz sind es, auf denen überall, direct oder indirect, die sichtbaren Bewegungsvorgänge beruhen. Die Frage, wie es kommt, dass mit dem Vermögen der Doppelbrechung so allgemein die Fähigkeit verbunden ist, mechanische Energie, Verkürzungsstreben oder Verkürzung, Spannung oder Arbeit, hervorzubringen, soll hier, wie früher, unberührt bleiben. Sie zu beantworten, sei dem Physiker überlassen. Die Aufgabe des Physiologen scheint mir erledigt, wenn

---

[1] Vergl. hierzu die scharfsinnigen, sehr lesenswerthen Ausführungen von F. Schenck (51), der auf diese Trennung gleichfalls hinweist.

es ihm gelungen ist, nachzuweisen, dass den lebendigen Contractionsvorgängen ein auch in todten und leblosen Körpern wirksames, allgemeines physikalisches Princip zu Grunde liegt.

Inzwischen geben unsere Resultate noch zu einer Reihe weiterer Betrachtungen Anlass.

Sie betreffen zunächst das Wort »Contractilität« und den Begriff, den man mit diesem Worte zu verbinden hat.

Der gewöhnliche Sprachgebrauch der Physiologen pflegt den Ausdruck Contractilität zu beschränken auf die Fähigkeit lebender, reizbarer Gebilde (Muskeln, Flimmerorgane, Protoplasma) zu selbständigen, relativ schnellen, umkehrbaren, durch chemische Energie erzeugten Bewegungen, und zwar auf die Fälle speciell, in denen der Sitz der mechanischen Energie der Bewegung im Protoplasma oder in Formelementen (Muskelfibrillen, Cilien u. s. w) gelegen ist, die dem Protoplasma physikalisch und chemisch verwandt und aus ihm direct entstanden sind. Hierdurch unterscheiden sie sich von den besonders bei Pflanzen (Mimosa, Berberis, Hedysarum, Oxalis u. s. w.) verbreiteten Reizbewegungen, die wesentlich auf Änderungen der elastischen Spannung von festen Zellmembranen beruhen und nur indirect durch »Erregungsvorgänge« im Protoplasma veranlasst werden. Beide stimmen darin überein, dass sie im Allgemeinen ziemlich rasch erfolgen, umkehrbar sind, durch elektrische, mechanische und andere »Reize« hervorgerufen werden können, deren Energiewerth den der »ausgelösten« mechanischen Energie oft weit übertrifft, und darin endlich, dass sie mit Wachsthumsvorgängen nichts zu schaffen haben.

Da von diesen beiden Arten von Reizbewegungen die thierischen die weitaus verbreitetsten und durch Energie, Umfang und Schnelligkeit auffälligsten sind, darf man beide wohl als **animale** Reizbewegungen den **vegetativen** Massenbewegungen gegenüberstellen, die Theilerscheinungen von Wachsthumsprocessen sind, als solche mit Erzeugung chemischer potenzieller Energie eingehen, relativ träge erfolgen, nicht umkehrbar sind und durch die, animale Massenbewegungen auslösenden Reize nicht hervorgerufen werden.

Auch unter diesen letzteren, vegetativen Massenbewegungen giebt es wieder solche, bei denen der Sitz der bewegenden Kräfte das Protoplasma selbst oder im Protoplasma gelegene Zellorgane sind. Das verbreitetste Beispiel dieser Art liefern die intracellularen Vorgänge bei der mitotischen Theilung der Zellen. Obschon es nun nicht unmöglich, vielleicht sogar nicht unwahrscheinlich ist, dass hier dasselbe physikalische Princip wie bei den animalen Contractionsbewegungen in Anwendung kommt, so sind doch directe Beweise hierfür, wie ich glaube, nicht vorhanden und wegen der mikroskopischen

Kleinheit der Objecte wohl auch sehr schwer zu liefern. Vielleicht gelingt es, was mir bisher nicht glücken wollte, Zellkerne zu finden, bei denen die Chromatinfäden oder die achromatische Spindel Doppelbrechung zeigen. So lange das aber nicht der Fall ist, dürfte man kaum ein gutes Recht haben, die Bezeichnung »Contractionsvorgänge« auch auf diese Bewegungen auszudehnen.

Dagegen scheint mir in anderer Richtung eine Ausdehnung des Begriffs Contractilität unvermeidlich und gerade durch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zur Nothwendigkeit zu werden.

Die bis in's Einzelnste gehende Übereinstimmung, welche sich in optischer und mechanischer Beziehung zwischen der Verkürzung lebloser und todter doppelbrechender Körper durch chemische oder thermische Einflüsse einerseits und der lebendigen, auf »Reize« erfolgenden Contraction andererseits ergeben hat, lässt es logisch erscheinen, beide Vorgänge auch durch dasselbe Wort zu bezeichnen. Das Zusammenschnurren einer Sehne beim Kochen, die Verkürzung eines gespannten Kautschukfadens beim Erwärmen, die hygroskopischen Längenänderungen eines Haares beruhen auf dem gleichen elementaren mechanischen Vermögen wie die Muskelzuckung, die Flimmer- und Protoplasmabewegung. Man wird also nicht wohl umhin können, dieses Vermögen allgemein als Contractilität zu bezeichnen.

Der Laie und auch der Physiker werden gegen diese Erweiterung des Begriffes kaum Bedenken tragen, da sie ja schon vielfach — z. B. beim Kautschuk — das Wort in dem auch die leblosen Körper umfassenden Sinne gebrauchen. Der Physiologe aber dürfte sich zunächst nur ungern dazu entschliessen, einer Sehne, einer Fibrinfaser oder einem Krystall Contractilität zuzuschreiben. Er denkt ja bei dem Wort Contraction häufig nicht bloss an den mechanischen Act der Verkürzung, sondern an den gesammten, den thätigen, erregten, Muskel charakterisirenden physiologischen Complex morphologischer, physikalischer und chemischer Vorgänge, von dem der mechanische, die sichtbare Massenbewegung, nur eine Theilerscheinung ist. Für diesen gesammten Complex nun empfiehlt es sich, um Verwirrung zu vermeiden, eine besondere, alle jene Einzelvorgänge einschliessende Bezeichnung zu haben. Ohne anderen, besseren Vorschlägen vorgreifen zu wollen, möchte ich empfehlen, hierfür kurzweg das Wort »Action« zu gebrauchen. Es ist auf ähnliche, den thätigen Zustand charakterisirende Vorgänge in anderen reizbaren Organen (Nerven, Sinnesapparate, Centralorgane, Drüsen) anwendbar, wird auch vielfach schon angewendet und ist zudem durch die »Actionsströme« eingeführt. Man würde also, wenn jener ganze Complex gemeint wird, statt Muskelcontraction »Muskelaction« sagen müssen, und das Vermögen

des Muskels zu dieser Action würde nicht »Contractilität«, sondern »Actionsfähigkeit« oder — wenn man keine Hybrida will — Actionspotenz zu nennen sein.

Auch der todte Muskel kann Contractilität besitzen, aber nur der lebendige ist actionsfähig. Die normale Actionsfähigkeit des Muskels setzt ausser der Contractilität auch die Anwesenheit der Reizbarkeit und des Reizleitungsvermögens voraus. Jedes dieser drei Grundvermögen ist innerhalb gewisser Grenzen unabhängig veränderlich, muss also, wenigstens zum Theil, an besondere materielle Bedingungen gebunden sein. Wie Reizbarkeit und Reizleitungsvermögen bei fortbestehender Contractilität fehlen können, so auch Contractilität bei Vorhandensein von Reizbarkeit und Reizleitungsvermögen; letzteres wiederum kann trotz Gegenwart der beiden anderen Vermögen mangeln. Andererseits kommt in vielen Fällen noch ein viertes, gleichfalls innerhalb gewisser Grenzen unabhängig variables Vermögen, das der Automatie (oder Autonomie) hinzu, d. h. die Fähigkeit, selbständig Reize zu erzeugen, welche den die eigentliche »Action« bildenden Complex von Vorgängen auszulösen vermögen.[1]

In den ontogenetisch und phylogenetisch niedersten Formen contractiler Substanz — Eizellen, Protisten — sind alle vier Grundfunctionen anscheinend undifferenzirt neben einander im Protoplasma, nicht an besondere unterscheidbare Formelemente gebunden. Sie bieten deshalb den complicirtesten und darum für das Studium und die Erkenntniss des Wesens der Einzelvermögen ungeeignetsten Fall, wie ich im Gegensatz zu Verworn (**55**, 59, **56**, 3, 17 u. A.), aber in Übereinstimmung mit F. Schenck (**52**, 280ff.) und wohl der Mehrzahl der Biologen hier nochmals betonen möchte (vergl. **23**, 53). Den höchsten Grad der Arbeitstheilung und darum die günstigsten Objecte für die Erforschung der Partialprocesse bietet das Nervmuskelsystem der Thiere, mit seiner Differenzirung der Elemente in Nerven-, Muskel- und Sehnenfibrillen.

In den Muskelfibrillen sind Contractilität, Reizbarkeit und Reizleitungsvermögen vereinigt, in manchen Fällen vielleicht auch Automatie: in den am tiefsten stehenden, denen der glatten Muskeln, ohne weitere physiologische und morphologische Differenzirung; in den höchststehenden, den quergestreiften Fasern, mit deutlich nachweisbarer Ausbildung besonderer Structuren (doppelbrechende Glieder) für die eine Hauptfunction, die mechanische der Contraction.

Den Nervenfibrillen fehlen Contractilität und Automatie, dagegen sind Reizbarkeit und Leitungsvermögen bei ihnen zu höherer

[1] Vergl. hierüber meine Ausführungen in **26**, 320ff., **27**, 443ff., **28**, **29**.

Vollkommenheit ausgebildet; die Sehnenfasern andererseits besitzen weder Reizbarkeit noch Reizleitungsvermögen, noch Automatie, bei den Wirbelthieren aber in hohem Grade Contractilität, welche dagegen den Sehnen der Arthropoden auch noch abgeht. Den Protoplasmastrahlen von Actinosphärium ist ähnlich wie den Sehnenfasern Contractilität eigen, aber die Vermögen der Automatie, Reizbarkeit und Reizleitung sind schwach entwickelt. Dem amöboid beweglichen und dem Körnchenströmung zeigenden ungeformten Protoplasma kommen Automatie, Reizbarkeit und Contractilität zu, aber das Reizleitungsvermögen pflegt wenig oder gar nicht ausgebildet zu sein. Die Flimmern und Geisseln wiederum sind reizbar und contractil, Automatie und Reizleitungsvermögen aber bei vielen nicht nachweisbar, welche beiden Fähigkeiten dagegen dem nicht contractilen, aber reizbaren und meist mit Automatie begabten Protoplasma, auf dem die Cilien wurzeln, zukommen.

Denkt man sich als Träger der Contractilität besondere quellungsfähige Molekülcomplexe (Inotagmen), so können durch Annahme von Unterschieden in der Zahl, Vertheilung, Anordnung und Verbindungsweise solcher die mannigfachen Verschiedenheiten der Bewegung der lebendigen contractilen Gebilde sehr einfach und anschaulich dargestellt werden.

Es braucht aber wohl nicht betont zu werden, dass hierbei keineswegs an eine Identität der »Inotagmen« der verschiedenen Arten contractiler Substanzen gedacht wird. Offenbar kommen ja — bei principiell gleichen optischen und mechanischen Eigenschaften — die grössten chemischen Verschiedenheiten vor, wenn auch wohl meistens Eiweiss oder dessen nächste Derivate (Collagen z. B.) den Hauptbestandtheil jener kleinsten quellungsfähigen contractilen Elemente bilden. Mit dem Doppelbrechungsvermögen ist aber ihnen allen Contractilität gegeben.

Citirte Literatur.

1. Babuchin, Entwickelung der elektrischen Organe und Bedeutung der motorischen Endplatten. Vorl. Mitth. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1870. Nr. 16 und 17.
2. —, Über die Bedeutung und Entwickelung der pseudoelektrischen Organe. Ebenda 1872. Nr. 35.
3. —, Übersicht der neueren Untersuchungen über Entwickelung, Bau und physiologischen Verhältnisse der elektrischen und pseudoelektrischen Organe. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1876. S. 501—542, 2 Taf.
4. E. Ballowitz, Über den feineren Bau der Muskelsubstanzen. I. Die Muskelfaser der Cephalopoden. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXIX. 189. S. 291—324. Taf. XIII u. XIV.

5. F. Bottazzi e C. Gantini, Ricerche istolog. sul atrio del cuore di Emys europaea. Bollet. della R. Accad. Med. di Genova Taf. XIX. 1904. Nr. 3.

6. F. Bottazzi, Recherches sur les mouvements automatiques de divers muscles striés. Journ. de physiol. et de pathol. générale. 8me Année. 1906. Nr. 2. p. 199.

7. E. Brücke, Untersuchungen über den Bau der Muskelfasern mit Hülfe des polarisirten Lichtes. Denkschriften der Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. XV. 1858.

8. —, Muskelfasern im polarisirten Lichte. Handbuch der Lehre von den Geweben. Herausg. v. S. Stricker. Leipzig. 1871. S. 170–176.

9. Victor von Ebner, Untersuchungen über die Ursachen der Anisotropie organischer Substanzen. Mit 8 Holzschnitten. Leipzig. 1882. 8°. XIII u. 243 Seiten.

10. Th. W. Engelmann, Beiträge zur Physiologie des Protoplasma. I. Über periodische Gasentwickelung im Protoplasma lebender Arcellen. II. Über elektrische Reizung von *Amoeba* und *Arcella*. Pflüger's Archiv II. 1870. S. 307–322.

11. —, Mikroskopische Untersuchungen über die quergestreifte Muskelsubstanz. Erster Artikel. Bau der ruhenden Muskelsubstanz. Pflüger's Archiv VII. 1873. S. 33–71. Taf. II.

12. —, Mikroskopische Untersuchungen über die quergestreifte Muskelsubstanz. Zweiter Artikel. Die thätige Muskelsubstanz. Pflüger's Archiv VII. 1873. S. 155–188. Taf. III.

13. —, Bemerkungen zur Theorie der Sehnen- und Muskelverkürzung. Pflüger's Archiv VIII. 1873. S. 95–97.

14. —, Contractilität und Doppelbrechung. Pflüger's Archiv XI. 1875. S. 432–464.

15. —, Neue Untersuchungen über die mikroskopischen Vorgänge bei der Muskelcontraction. Pflüger's Archiv XVIII. 1878. S. 1–25. Taf. I.

16. —, Über Reizung contractilen Protoplasmas durch plötzliche Beleuchtung. Pflüger's Archiv XIX. 1878. S. 1–7.

17. —, Physiologie der Protoplasma- und Flimmerbewegung. Hermann, Handbuch der Physiologie I. 1879. S. 343–408. Leipzig, Vogel.

18. —, Über Bau, Contraction und Innervation der quergestreiften Muskelfasern. Vortrag, geh. in der biol. Section des intern. med. Congr. Amsterdam. Comptes rendus du Congrès périod. intern. d. sc. méd. Amsterdam. 1880.

19. —, Mikrometrische Untersuchungen an contrahirten Muskelfasern. Pflüger's Archiv XXIII. 1880. S. 571–590.

20. —, Über den faserigen Bau der contractilen Substanzen mit besonderer Berücksichtigung der glatten und doppelt schräggestreiften Muskelfasern. Pflüger's Archiv XXV. 1881. S. 538–565. Taf. X.

21. —, Bemerkungen zu einem Aufsatze von Fr. Merkel »Über die Contraction der gestreiften Muskelfaser«. Pflüger's Archiv XXVI. 1881. S. 501–515.

22. —, Über den Bau der quergestreiften Substanz an den Enden der Muskelfaser. Mit 1 Holzschnitt. Pflügers Archiv XXVI. 1881. S. 531–536.

23. —, Über den Ursprung der Muskelkraft. 2. vermehrte und verbesserte Aufl. Leipzig. 1893. 8°. 80 Seiten. 4 Fig.

24. —, Die Blätterschicht der elektrischen Organe von Raja in ihren genetischen Beziehungen zur quergestreiften Muskelsubstanz. Pflüger's Archiv LVII. 1894. S. 149–180. Taf. II.

25. —, Cils vibratils. Avec Fig. 123. Dictionnaire de physiologie par Ch. Richet. Paris 1898. Tom. III. Fasc. 3. p. 785–799.

26. —, Über die Wirkungen der Nerven auf das Herz. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1900. Mit 4 Taf. S. 315–361.

27. Th. W. Engelmann, Weitere Beiträge zur näheren Kenntniss der inotropen Wirkungen der Herznerven. Ebenda S. 443–471.
28. —, Quelques remarques et nouveaux faits concernant la relation entre l'excitabilité, la conductibilité et la contractilité des muscles. Arch. néerland. Sér. II. T. VI. 1901. S. 689–695.
29. —, Über die physiologischen Grundvermögen der Herzmuskelsubstanz und die Existenz bathmotroper Herznerven. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1903. S. 109–112.
30. J. C. Ewart, The electric organ of the skate. On the development of the electr. organ of Raja batis. Philos. Transact. London 1888. Vol. 179. p. 399. Pl. 66, 67.
31. —, On the structure of the electric organ of Raja circularis. Ebenda p. 410. Pl. 68.
32. —, The electr. organ of Raja radiata. Ebenda p. 539. Pl. 79, 80.
33. H. Fol, Sur la struct. microscop. des muscles des Mollusques. Compt. rend. des séances de l'Acad. des sciences. Paris 1888. T. 106. p. 306.
34. E. Gotschlich, Über den Einfluss der Wärme auf Länge und Dehnbarkeit des elastischen Gewebes und des quergestreiften Muskels. Pflüger's Archiv Bd. 54. 1903. S. 109–164. Taf. II–IV.
35. —, Bemerkungen zu einer Angabe von Engelmann, betreffend den Einfluss der Wärme auf den todtenstarren Muskel. Pflüger's Archiv Bd. 55. 1893. S. 339–344.
36. P. Groth, Physikalische Krystallographie. 4. Aufl. Leipzig 1905. S. 181 ff.
37. L. Hermann, Handbuch der Physiologie. Erster Theil. Allgemeine Muskelphysik Leipzig 1879. S. 248–255.
38. —, Über das Verhalten der optischen Constanten des Muskels bei der Erregung, Dehnung und der Contraction. Pflüger's Archiv Bd. 22. 1880. S. 240–251.
39. P. Jensen, Die absolute Kraft einer Flimmerzelle. Pflüger's Achiv Bd. 54. 1893. S. 537–551. 1 Texfigur.
40. —, Die Protoplasmabewegung. Ergebn. der Physiol. Erster Jahrg. Wiesbaden. 1902. II. Abt. S. 1–47.
41. F. Marceau, Sur le mécanisme de la contract. des fibres musc. dites à double striation oblique ou à fibrilles spiralées. Compt. rend. des séances de l'Acad. d. sciences. Paris 1904. T. 139. p. 70–73.
42. G. E. Müller, Theorie der Muskelcontraction. Erster Theil. Leipzig 1891.
43. W. Müller, Beiträge zur Kenntniss der Molekularstructur thierischer Gewebe. Zeitschr. f. ration. Medicin. 3. Reihe. X. 1861. S. 173 ff.
44. O. Nasse, Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskelsubstanz. Leipzig. 1882.
45. A. Pütter, Die Flimmerbewegung. Ergebnisse der Physiologie. II. Abth. II. Jahrg. Wiesbaden. 1904. S. 1–102.
46. A. Rollett, Untersuchungen über den Bau der quergestreiften Muskelfasern I. Mit 4 Tafeln. Denkschr. d. math.-naturw. Classe d. Kais. Akad. d. Wiss. Bd. XLIX. Wien 1885. S. 1–51.
47. —, Id. II. Mit 4 Tafeln. Ebenda. Bd. LI. Wien 1885. S. 1–58.
48. —, Untersuchungen über Contractilität und Doppelbrechung der quergestreiften Muskelfaser. Mit 4 Tafeln. Ebenda. Bd. LVIII. 1891. S. 1–58.
49. Elias Rosenzweig, Beiträge zur Kenntniss der Tonusschwankungen des Herzens von *Emys europaea*. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1903. Suppl. S. 192–208.
50. L. Roule, Sur la struct. des fibres muscul. appartenant aux muscles rétracteurs des valves des Moll. lamellibr. Compt. rend. des séances de l'Acad. des sciences. Paris 1888. T. 106. p. 872.
51. Joh. Russner, Über das scheinbar abnorme Verhalten des gespannten Kautschuks und der Guttapercha. Repert. für Experimentalphysik u. s. w. herausgeg. von Ph. Carl. 18. Bd. S. 206–216. 1888.

52. F. Schenck, Kritische und experim. Beitr. zur Lehre von der Protoplasmabewegung und Contraction. Pflüger's Archiv. Bd. 66. 1897. S. 241–284.
53. P. Schultz, a) Die glatte Musculatur der Wirbelthiere (mit Ausnahme der Fische). I. Ihr Bau. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1895. S. 517–550. Mit Taf. VI u. VII. b) Zur Physiologie der längsgestreiften (glatten) Muskeln. IV. Beitrag. Ebenda 1903. Suppl. S. 1–148. Taf. I–XII.
54. F. E. Schulze, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der quergestreiften Muskelfaser. Archiv f. Anat. 1862. S. 385ff. Taf. IX.
55. Max Verworn, Allgemeine Physiologie. 3. Aufl. Jena 1901.
56. —, Die Bewegung der lebendigen Substanz. Jena 1892. Mit 19 Abbild.
57. J. Weismann, Über die zwei Typen contractilen Gewebes und ihre Vertheilung in die grossen Gruppen des Thierreichs, sowie über die histologische Bedeutung ihrer Formelemente. Zeitschr. f. ration. Medicin. 3. Reihe. Bd. XV. 1862. S. 60ff. Taf. IV–VII.
58. —, Nachtrag. Ebenda. S. 279ff. Taf. VIII.
59. J. Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreichs. 2. Aufl. Leipzig 1900.

Ausgegeben am 25. October.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

THE DIRECTOR GENERAL OF ARCHÆOLOGY
Library Regr. No. 270/08
INDIA.

1906.
XL.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. October. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. Engler las: Über die Vegetationsverhältnisse von Harar und des Gallahochlandes auf Grund der Expedition von Freiherrn von Erlanger und Hrn. Oscar Neumann.

Die recht umfangreichen, mehr als 2000 Pflanzenarten umfassenden Sammlungen des Dr. Ellenbeck, welcher die Erlanger-Neumann'sche Expedition begleitete, haben ebenso wie für die Pflanzengeographie des Somalilandes auch für die von Harar und des Gallahochlandes, welche bisher botanisch nicht erforscht waren, wichtige Ergebnisse gehabt. In den 3000^{m} oft überragenden Hochländern herrschen die Formationen der Gebirgsbuschsteppe, der Hochgrassteppe, des Höhenwaldes und der Hochweiden; im Lande Dscham-Dscham kommt hierzu der Bambuswald. Diese Vegetationsformationen, mit Ausnahme der letzteren, zeigen sehr grosse Übereinstimmung mit denen Abyssiniens; doch fehlt es ihnen auch nicht an eigenthümlichen Arten.

Über die Vegetationsverhältnisse von Harar und des Gallahochlandes auf Grund der Expedition von Freiherrn von Erlanger und Hrn. Oscar Neumann.

Von A. Engler.

Im Jahre 1904 hatte ich der Akademie der Wissenschaften über die reichen Ergebnisse berichten dürfen, welche die Bearbeitung der ungewöhnlich grossen botanischen Sammlungen des verstorbenen Baron von Erlanger, des Fürsten Ruspoli und Robecchi Bricchetti unter Berücksichtigung der älteren Forschungsergebnisse von J. M. Hildebrandt, Revoil und einiger englischer Sammler für die Kenntniss der Vegetation des Somalilandes zu Tage gefördert hatte.[1] Diesmal möchte ich über die Vegetationsverhältnisse von Harar und des Gallahochlandes berichten, in welchen Gebieten die Expedition des Freiherrn von Erlanger und Hrn. Oscar Neumann sich mehrere Monate aufhielt, so dass der die Expedition begleitende Arzt, Hr. Dr. Ellenbeck, ebenso wie im Somaliland, eine Sammlung zusammenbringen konnte, auf welche sich eine Schilderung der Vegetation des bisher noch sehr wenig erforschten Harar und des botanisch noch gänzlich unerforschten Gallahochlandes gründen lässt.

Die gemeinsame Expedition traf in der ersten Hälfte des März 1900 in Harar ein und hielt sich daselbst und in der Umgebung bis gegen Mitte April auf, um dann nach Sheikh-Hussein und von hier nach Adis-Abeba zu ziehen. Von da marschirten Freiherr von Erlanger und Hr. Oscar Neumann getrennt südwärts zum Abbaja-See und nach Abera. Von hier aus wandte sich die Erlanger'sche Expedition ostwärts nach Ginir und zog darauf südlich zur Mündung des Ganale oder Dschuba, während Hr. Oscar Neumann um den südlich vom Abbaja-See gelegenen Gandjule-See herum nordwestlich über Gardulla, Uba und Gofa zum Omo und dann durch Kaffa zum Gelo und nach Nasr gelangte.

[1] Über die Vegetationsverhältnisse des Somalilandes. Sitzungsber. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wiss. vom 18. Februar 1904, S. 355—416, mit Orientirungskarte.

Bevor die Expedition Harar erreichte, gab ein Ausflug in das Ererthal Gelegenheit, die Uferflora in der Höhe von 1500–1600^m ü. M. kennen zu lernen.

Unmittelbar am Fluss findet sich dichter Grasbestand, in welchem *Panicum pyramidale* Lam., ein bis 2–3^m hohes saftiges Gras vorherrscht; ausserdem kommen dort der 1^m hohe *Cyperus flabelliformis* Rottb. und der noch höhere *C. grandis* C. B. Clarke vor. Dagegen haben sich auf dem offenen dunklen Alluvialboden ausser der stattlichen, oft 2^m hohen Asclepiadee *Gomphocarpus glaberrimus* Oliv. nur kleinere, im nordöstlichen Afrika verbreitete Pflanzen angesiedelt:

Euphorbia indica Lam. mit röthlich weissen Cyathien und *Hibiscus articulatus* Hochst. mit ansehnlichen rothen Blüthen, beide nur etwa 20^{cm} hoch. Grössere hier vorkommende Kräuter sind das weissblüthige *Heliotropium ovalifolium* Forsk. und *Priva leptostachya* Juss.

Der an das Grasland oder an offenes Alluvialland sich anschliessende Uferwald besteht im Wesentlichen aus Acacien und Vertretern verwandter Gattungen, während Sträucher verschiedener Art das Unterholz bilden:

A. Bäume: *Acacia pennata* Willd. und *A. arabica* Willd., *Dichrostachys nutans* Benth., keiner über 6^m hoch.

B. Sträucher: ***Pouzolzia fruticosa*** Engl. (Bot. Jahrb. XXXIII (1902) S. 127), ein bisher nicht bekannter Urticaceenstrauch von 2–3^m Höhe mit langen hängenden Zweigen, ziemlich kleinen eiförmigen, unterseits weissfilzigen Blättern und röthlichen Blüthenbüscheln, correspondirend der in Benguela und dem Nyassaland vorkommenden *P. hypoleuca* Wedd., die früher nur aus Abyssinien bekannte, jetzt aber auch im Somaliland und der Massaisteppe, im Sansibarküstengebiet und Usambara nachgewiesene, neuerdings von mir auch in Rhodesia gefundene Cäsalpiniee *Pterolobium lacerans* R. Br., *Sesbania aegyptiaca* Pers., *Capparis tomentosa* Lam., die schöne Malpighiacee *Triaspis auriculata* Radlk. mit ziemlich grossen, eiförmigen, unterseits grauhaarigen Blättern, *Acalypha psilostachyoides* Pax, *Zizyphus jujuba* Lam., *Grewia pilosa* Lam. und *G. villosa* Willd., alle diese 3–4^m hoch, endlich auch noch *Sida acuta* Burm.

C. Schlingpflanzen: *Glycine javanica* L., *Tragia mitis* Hochst., *Dalechampia scandens* L., *Cardiospermum halicacabum* L. var. *microcarpum* Blume, *Pentatropis spiralis* (Forsk.) K. Schum., *Sarcostemma viminale* R. Br., *Pentarrhinum abyssinicum* Decne.

Die Staudenvegetation dieser Uferwälder ist noch reich an Formen der Kolla oder Steppenregion:

Lissochilus Wakefieldii Rchb. f. (1^m), *Celosia trigyna* L. (8^{dm}), *Cyathula orthacantha* Hochst., *Polanisia hirta* (Klotzsch) Pax, *Indigofera viscosa* Lam., *Abutilon muticum* Webb mit citrongelben Blüthen, *Hibiscus calyphyllus* Cav. mit grossen gelben, im Grunde violetten Blüthen, 1^{m}5 hoch, *Justicia flava* Vahl (50^{cm}) und *J. heterocarpa* T. And., *Hypoestes Forskalii* (Vahl) R. Br. (50^{cm}), *Leucas Neuflizeana* Courb. (40^{cm}), *Borreria leucadea* (Hochst.) K. Schum., *Senecio longiflorus* (DC.) Oliv. et Hiern, *Vernonia pauciflora* Less., *Siegesbeckia orientalis* L.

Die vorher genannten Sträucher gehen zum Theil auch an den Abhängen hinauf, doch kommen hier auf dem mehr steinigen Boden andere niedrige, meist nur 15–30^{cm} hohe Stauden vor:

Polycarpaea corymbosa Lam., *Portulaca quadrifida* Willd., *Talinum cuneifolium* Willd., *Cassia mimosoides* L., *Hermannia tigrensis* Hochst., *Waltheria americana* L., *Lagunaea ternata* Willd., *Lantana Petitiana* A. Rich., *Hypodematium sphaerostigma* Hochst.

Auch unterhalb Harar, zwischen 1600ᵐ und 1800ᵐ ü. M. zeigen die lichten Gebüsche an steinigen Abhängen noch durchaus den Charakter von Buschgehölzen der Steppe; es wurden gesammelt:

Cluytia abyssinica Jaub. et Spach (1ᵐ), *Hibiscus micranthus* (L.) A. Rich. (1ᵐ5), *Rhodocissus erythrodes* (Fres.) Planch. (bis 2ᵐ), *Ochna inermis* (Forsk.) Schwfth. (1ᵐ), *Woodfordia uniflora* (A. Rich.) Koehne (5ᵈᵐ, mit rothen Blüthen), *Jasminum floribundum* R. Br., *Barleria ventricosa* Hochst. (2—3ᵐ hoch, mit hellblauen Blüthen), *B. proxima* Lindau (1ᵐ, sehr dornig, mit rothgelben Blüthen).

Die dazwischen wachsenden Stauden sind meistens niedrig und mehr oder weniger xerophytisch;

Ipomoea obscura Lindl. und *I. cardiosepala* Hochst., *Lantana Petitiana* A. Rich., die Acanthaceen *Crabbea hirsuta* Harv. var. *somalensis* Lindau, *Dyschoriste radicans* (Hochst.) O. Ktze. und *Blepharis linariifolia* Pers., die Rubiaceen *Oldenlandia Holstii* K. Schum., *Pentas longiflora* Oliv. und *P. sansibarica* (Klotzsch) Vatke, die Campanulacee *Lightfootia Ellenbeckii* Engl.

Um Harar, dessen Höhe auf 1860ᵐ ü. M. angegeben wird, nimmt natürlich das mit Durrha, Zuckerrohr, stellenweise auch mit Kaffee und Orangen bestandene Kulturland einen grossen Raum ein; Bäume und Sträucher, die entweder zerstreut oder zu Gehölzen vereint auftreten, gehören der in Ostafrika so reich vertretenen Formation des Gebirgsbusches an, welcher hier vor der Gründung der Stadt jedenfalls in grösserem Zusammenhang geherrscht hat. Einer der grössten Bäume ist die 10ᵐ hohe *Cordia abyssinica* R. Br., ferner sind häufig *Acacia pennata* Willd. und *Croton macrostachys* A. Rich. Massenhaft, besonders auf steinigem Boden, tritt die auch 5ᵐ Höhe erreichende *Calpurnia aurea* Lam. (*Leguminosae-Sophoreae*) auf, ebenso der in Ostafrika weit verbreitete Baumstrauch *Croton pulchellus* Baill.

Die Strauch- und Staudenvegetation, welche auch in Hecken auftritt, zeigt grössere Mannigfaltigkeit. Ausser den oft massenhaft vorhandenen Sträuchern *Dodonaea viscosa* L. (3ᵐ), *Sida Schimperiana* Hochst. (besonders an steinigen Stellen) und *Barleria ventricosa* Hochst. (2ᵐ) wurden noch folgende constatirt:

A. Sträucher: *Rumex nervosus* Vahl (bis 2ᵐ), *Rubus apetalus* Poir., *Rhus villosa* L. fil., *Rh. glaucescens* A. Rich. var. *hararensis* Engl., *Allophylus rubifolius* (Hochst.) Engl., *Helinus mystacinus* (Ait.) E. Mey., *Grewia villosa* Willd. und *G. ferruginea* Hochst., *Carissa edulis* L., *Seddera arabica* Choisy (ein niedriger, dichter Strauch auf steinigem Boden), *Ehretia abyssinica* R. Br. (3ᵐ), *Otostegia repanda* R. Br. (1ᵐ5, Labiat.), *Vanguiera edulis* Vahl (3ᵐ), *Pavetta Oliveriana* Hiern (bis 1ᵐ5).

B. Epiphyten: *Polystachya Steudneri* Rchb. f. (15ᶜᵐ hoch, mit gelben Blüthen). Häufig sind die Sträucher auch mit den Flechten *Ramalina fraxinea* Fries und *Thelochistus flavicans* besetzt.

C. Schling- und Klimmpflanzen: *Pupalia lappacea* (L.) Moqu., *Cynanchum heteromorphum* Vatke, *Senecio subscandens* Hochst.

D. Stauden und einjährige Kräuter: *Polygonum barbatum* L., *Oxygonum atriplicifolium*, *Boerhavia subumbellata* Heimerl, *Sisymbrium hararense* Engl., *Crotalaria laburnifolia* L., mit 2ᶜᵐ grossen gelben Blüthen, *Tephrosia emeroides* A. Rich., *Pavonia Kraussiana* A. Rich. und *P. Schimperiana* Hochst. var. *tomentosa* Hochst., *Kosteletzkia adoensis* Hochst., *Hibiscus dongolensis* Delile (2ᵐ), *H. hirtus* L., *H. vitifolius* L., *H.*

calyphyllus Cav., *Ocimum menthifolium* Hochst., *Lippia adoensis* Hochst. (1m), *Lantana salviifolia* Jacq., *Solanum plebejum* A. Rich., *Verbascum ternacha* Hochst., *Justicia Schimperiana* (Hochst.) T. And. und *J. flava* Vahl, *Ruellia patula* Jacq., *Sphaeranthus suaveolens* DC., *Blumea lacera* DC., *Siegesbeckia orientalis* L., *Tripteris Vaillantii* DC.

Auf Grasfluren des trockenen Lehmbodens herrscht die in Afrika weitverbreitete *Tricholaena rosea* Nees; sodann finden sich hier:

Cyperus compactus Lam. (= *obtusifolius* Vahl), *Commelina africana* L., *Crinum scabrum* Herb., *Boerhavia plumbaginea* Cav., *Potentilla reptans* L., *Monsonia biflora* DC., *Thunbergia Paulitschkeana* Beck, eine niedrige Pflanze mit orangegelben Blüthen, *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke, *Pterocephalus frutescens* Hochst.

Bei dem einige Wochen währenden Aufenthalt der Erlanger-Neumann'schen Expedition in Harar wurde die Umgebung fleissig erforscht und auch die reiche Acker- und Ruderalflora festgestellt; es ist nicht ohne Interesse, dieses Gemisch von mediterranen, ostafrikanischen und indischen Pflanzenformen sowie verwilderten Gemüsepflanzen zu überblicken:

Andropogon sorghum Brot. f. *cernuus* (And.) Koern., *Albuca Erlangeriana* Engl., *Commelina imberbis* Hassk., *Chenopodium album* L., *Amarantus caudatus* L., *Portulaca oleracea* L., *Brassica oleracea* L., *B. Tournefortii* Gouan, *Raphanus sativus* L., *Capsella bursa pastoris* L., *Sisymbrium erysimoides* Desf., *Pedicellaria pentaphylla* (L.) Schrank, *Kalanchoë brachycalyx* A. Rich., *Vicia faba* L., *Dolichos lablab* L., *Tribulus terrester* L., *Oxalis corniculata* L., *Ruta graveolens* L., *Euphorbia Hochstetteriana* Pax, *E. sanguinea* Hochst. et Steud., *Ricinus communis* L., *Triumfetta rhomboidea* Jacq., *Hibiscus hirtus* L., *Malva parviflora* L., *Anethum graveolens* L., *Coriandrum sativum* L., *Anagallis arvensis* L., *Plumbago zeylanica* L., *Convolvulus sagittatus* Thunb. subvar. *abyssinicus* Hallier f., *Cynoglossum micranthum* Desf., *Ocimum menthifolium* Hochst., *Ajuga bracteosa* Wall. (auf hochgelegenen Äckern), *Verbena officinalis* L., *Lantana salviifolia* Jacq., *Lippia adoensis* Hochst., *Datura stramonium* L., *Solanum emarginatum* L. fil., *Capsicum annuum* L., *Antirrhinum orontium* L. var. *abyssinicum* Hochst., *Thunbergia Paulitschkeana* Beck, *Galium spurium* Huds., *Oldenlandia monantha* (Hochst.) Hiern (auf Hochäckern), *O. Schimperi* (Hochst. et Steud.) K. Schum., *Lagenaria vulgaris* L., *Citrullus colocynthis* L., *Adenostemma viscosum* Forst., *Tripteris Vaillantii* Decne., *Guizotia Schultzii* Hochst., *Bidens pilosus* L., *Gutenbergia Rüppellii* Sch. Bip., *Achyrocline Schimperi* Sch. Bip. (auf Hochäckern).

An einem Bache in einer Kaffeepflanzung bei Harar wurden folgende bemerkenswerthe Arten gesammelt:

Ranunculus membranaceus Fres., *Potentilla reptans* L., *Sesbania aegyptiaca* Pers., *Cardiospermum halicacabum* L., *Hibiscus calophyllus* Cav., *Lippia nodiflora* (L.) A. Rich., *L. adoensis* Hochst., *Hyptis pectinata* (L.) Poit., *Campanula rigidipila* Steud. et Hochst. var., *Quartiniana* (A. Rich.) Engl., *Adenostemma viscosum* Forst., *Spilanthes acmella* L., *Pluchea Dioscoridis* (L.) DC.

Oberhalb 1900m tritt das Kulturland mehr zurück und wir finden daselbst einen mannigfacher zusammengesetzten lichten Gebirgsbusch bis zu 2000m ü. M., besonders in den Schluchten, die meisten Arten aber über eine Höhe von 3m nicht hinausgehend. Diese Formation ist reich an Arten, welche uns schon vom abyssinischen Hochland bekannt sind, enthält aber auch mehrere eigenthümliche. Die vollständigste Sammlung aus dieser Formation wurde am Dschebel Haquim gemacht. Beifolgende Liste, in welcher die eigenthümlichen

Arten durch fetten Druck hervorgehoben sind, giebt eine gute Vorstellung von der Zusammensetzung dieser Formation.

A. Baumsträucher und Sträucher: *Pouzolzia procridioides* (E. Mey.) Wedd. (2^{m}, Urticac.), *Cyathula globulifera* Moqu. (Amarant. 1^{m}), *Crotalaria* aff. *cytisoides* Hilsenb. et Boj. (1^{m}), *Triaspis auriculata* Radlk. (3^{m}, Malpigh.), *Dodonaea viscosa* L. ($1-2^{m}$), *Allophylus rubifolius* (Hochst.) Engl. (Sapind.), *Helinus mystacinus* (Ait.) E. Mey. (bis 2^{m}, Rhamnac.), *Grewia occidentalis* L. (bis 3^{m}), *Pavonia zeylanica* Cav. (dichter Malvaceen-Strauch, mit gelben Blüthen), *Terminalia Brownii* Fres. (3^{m}), *Myrsine africana* L. ($1^{m}.5$), *Withania somnifera* Pouq. (2^{m}), *Lantana Petitiana* A. Rich. (1^{m}), ***Otostegia Ellenbeckii*** Gürke (1^{m}, weissblühende Labiat.), *Premna Schimperi* Engl. (1^{m}), *Jasminum floribundum* R. Br. var. *tomentosum* Gilg (bis 3^{m}, mit blendend weissen Blüthen), *Pavetta Oliveri* Hiern (mit 4^{cm} grossen, weissen Blüthen).

B. Schling- und Kletterpflanzen: *Asparagus racemosus* Willd., *Dioscorea Quartiniana* A. Rich., *Cissampelos pareira* L. var. *mucronata* A. Rich., *Bauhinia fassoglensis* Kotschy, *Vigna vexillata* Benth., *Tragia mitis* Hochst., *Cardiospermum halicacabum* L., *Tylophoropsis heterophylla* (Decne) N. E. Br. (Asclepiad. mit kleinen, eiförmig-lanzettlichen Blättern), *Dregea rubicunda* K. Schum., *Momordica foetida* Schum. et Thonn.

C. Stauden im Gesträuch und auf den Grasfluren zwischen denselben: *Cryptogramme melanolepis* (Kunze) Prantl, *Pellaea calomelanos* (Sw.) Spring (zwischen Felsen), *Andropogon schoenanthus* L. var. *versicolor* Hackel, *Pennisetum orientale* (Willd.) A. Rich., *Leptochloa uniflora* Hochst., *Tragus racemosus* (L.) Desf., *Bulbine asphodeloides* (L.) Spreng., *Gloriosa virescens* Lindl. (auf dem Plateau), *Eulophia Petersii* Rchb. f., *Oxygonum atriplicifolium* (Wall.) (Polygonac.), *Portulaca quadrifida* L., *Indigastrum macrostachyum* Jaub. et Spach, *Melilotus indicus* L. (bis 50^{cm}), *Tephrosia* aff. *dichroocarpa* Steud. (vereinzelt in einer Schlucht), *Rhynchosia usambarensis* Taubert, *Pelargonium quinquelobatum* Hochst., ***P. Erlangerianum*** Engl. (mit hellrothen Blüthen, zwischen Felsen), *Geranium simense* Hochst., (auch auf Ackerland), *Monsonia biflora* DC., *Phyllanthus maderaspatensis* L., die interessante Euphorbiacee ***Lortia major*** Pax, bis 4^{dm} hoch, mit grossem rosafarbenen Involucrum und mit verkehrt-eiförmigen oder spatelförmigen gezähnelten fleischigen Blättern, an rasigen und felsigen Hängen, ***Euphorbia rubella*** Pax, mit nur wenige Centimeter hohem, dickem Stämmchen, welches dicht gedrängte Blätter trägt, *Hibiscus crassinervis* Hochst., 1^{m} hoch, mit rothen Blüthen, *Sida spinosa* L., *Pavonia arabica* Hochst. var. ***glanduligera*** Gürke, (bis 30^{cm} hoch), *Melhania ferruginea* Rich., *Hermannia modesta* (Ehrbg.) Planch., in Felsschluchten, *Gomphocarpus fruticosus* (L.) R. Br. var. *tomentosus* K. Schum., (etwa 70^{cm} hoch), in Schluchten und Gebüsch, *Physalis minima* L., auf Ackerland, *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke, ebenso, *Melasma orobanchoides* (Benth.) Wettst., ein tief violett gefärbter Halbparasit, *Asystasia rostrata* (Hochst.) Solms, ***Ruellia cygniflora*** Lindau, mit fast 1^{dm} langen, weissen Blüthen, *Justicia rostellaria* Nees, *Dyschoriste radicans* (Hochst.) O. Ktze., auf dünner, Felsen aufliegender Humusschicht, *Oldenlandia Holstii* K. Schum., auch an Felsen, *Richardia tingitana* Roth, *Pentanisia monogyna* Spenc. Moore, an steinigen Plätzen, *Pentas concinna* K. Schum., *P. longiflora* L., *P. sansibarica* (Klotzsch) Vatke, bis 1^{m} hoch, *Hypodematium sphaerostigma* A. Rich., *Vernonia purpurea* Sch. Bip., im Ackerland, *V. Grantii* Oliv., bis $1^{m}.5$ hoch, in einer Bachschlucht, *Senecio Schimperi* Sch. Bip., *Notonia abyssinica* A. Rich., *Carthamus lanatus* L., *Launaea massaviensis* (Fres.) O. Ktze., eine kleine, nur 20^{cm} hohe Cichoriee, *Reichardia tingitana* Roth (auf Ackerland).

Etwas westlich von Harar am Fuss eines Bergrückens liegt in einer Höhe von 2250^{m} ü. M. der Haramaja-See; auf den Grasfluren finden sich mehrere auch im mittleren und nördlichen abyssinischen Hochland noch vorkommende Arten, welche nächst Harar nicht gesammelt wurden; es sind dies folgende:

Urginea pilosula Engl., *Lotus corniculatus* L., *Trifolium semipilosum* Fres., *Medicago lupulina* L. *forma pilosa*, *Cassia mimosoides* L., *Oxalis anthelmintica* A. Rich.,

Euphorbia sanguinea Hochst. et Steud. (nur 1dm hoch, dunkelroth), *Hibiscus trionum* L., *Stathmostelma pedunculatum* (Decne.) K. Schum. (auffallende Asclepiadacee mit schmalen Blättern und leuchtend rothen Blüthen), *Falkia oblonga* Bernh. (sehr kleine Convolv. mit nierenförmigen Blättern und weissen Blüthen), *Cynoglossum coeruleum* Hochst. (3dm hoch), *Salvia nilotica* Vahl (nur etwa 1dm5 hoch), *Lippia nodiflora* (L.) Rich., *Solanum Hildebrandtii* A. Br. et Bouché, *Justicia uncinulata* Oliv., *Pentanisia uranocarpa* Sp. Moore, *Gnaphalium unionis* Sch. Bip., *Phagnalon nitidum* Fres., *Spilanthes acmella* L.

Auch die Sträucher sind durchweg abyssinische; höchst bemerkenswerth aber ist, dass die bisher nur aus dem nördlichen Abyssinien und Yemen bekannte eigenartige Ulmacee *Barbeya oleoides* Schwfth. hier aufgefunden wurde. Ausserdem wurden hier beobachtet der wegen seiner Verwendbarkeit zu Honigwein auch angepflanzte *Rhamnus prinoides* l'Hér., *Sida Schimperiana* Hochst. (hier meist niedrig), *Doryalis abyssinica* (A. Rich.) Warb. (Flacourtiacee mit grünlich weissen Blüthen, *Premna Schimperi* Engl. (1m5 hohe Verbenacee), die Schlingpflanzen *Phytolacca abyssinica* Hoffm. und *Tragia mitis* Hochst.

Lichter Gebirgsbusch, welcher nach oben in trockenen Höhenwald, in hochsteppenartige Grasfluren oder in Hochweide übergeht, je nach der Exposition gegen Nebel oder Steppenwinde, findet sich auch östlich von Harar gegen Belaua in einer Höhe von 1700m bis 1900m ü. M. Schon bei 1700m tritt *Barbeya oleoides* Schwfth. auf; massenhaft erscheinen die Leguminose *Cadia purpurea* (Piccioli) Aiton (= *C. varia* l'Hér., ein 1m5 hoher Strauch mit 1dm langen, vielpaarigen Blättern und 2cm grossen, karminrothen Blüthen) und die Sapindacee *Dodonaea viscosa* L., hier und da überragt von den Euphorbiaceen *Cluytia abyssinica* Jaub. et Spach und *Croton macrostachys* A. Rich. sowie von ***Dombeya gallana*** K. Schum. et Engl. und der Verbenacee *Premna Schimperi* Engl. Niedrigere Sträucher von 1–2m Höhe und *Croton pulchellus* Baill., *Solanum Hildebrandtii* A. Br. et Bouché, *Justicia Schimperiana* (Hochst.) T. And., *Vernonia podocarpa* Sch. Bip.

Sodann sind charakteristisch zahlreiche, theils zerstreute, theils in Gruppen auftretende Kandelaber-Euphorbien. Die Schling- und Kletterpflanzen sind durch *Tragia mitis* Hochst. und den oft mehrere Meter hoch klimmenden *Asparagus racemosus* L. repräsentirt. Ausserdem kommen hier vor folgende Arten:

Stauden: *Commelina imberbis* Hassk. und *C. Forskohlii* Vahl, *Oxygonum atriplicifolium* Wall., *Boerhavia plumbaginea* Cav., *Chenopodium foetidum* Schrad., *Achyranthes argentea* Lam., *Achyrocline glumacea* (DC.) Oliv. et Hiern, *Crotalaria saxatilis* Vatke, *Euphorbia monticola* Hochst. (3dm, nur auf Äckern), *Cardiospermum halicacabum* L., *Hibiscus crassinervis* Hochst., *H. trionum* L., *Hypoestes Forskohlii* (Vatke) R. Br., *Justicia odora* (5dm) und *J. rostellaria* (Nees) Lindau, *Tripteris Vaillantii* Decne., *Guizotia Schultzii* Hochst., *Bidens pilosus* L. (ruderal).

Schon bei 1900m beginnt *Juniperus procera* Hochst. theils einzeln, theils in Waldbeständen wachsend. Hier und da sehen

wir auch stattliche, mehrere Meter hohe Exemplare von *Teclea salicifolia* Engl. und der Acanthacee *Ruttya speciosa* (Hochst.) Engl. mit prächtigen dunkelrothen Blüthen. Ausserdem fallen folgende auf:

A. Sträucher: *Rumex nervosus* Vahl, *Rosa moschata* Mill. var. *abyssinica* (R. Br.) Crépin, *Pavonia Schimperiana* Hochst. var. *tomentosa* Hochst., *Withania frutescens* Pauq., *Barleria ventricosa* Hochst., *Isoglossa somalensis* Lindau.

B. Kletterpflanzen und Schlingpflanzen: *Cissampelos pareira* L. var. *mucronata* A. Rich. subvar. *usambarensis* Engl., *Cissus stipulacea* (Bak.) Planch. var. *Hochstetteri* Planch.

C. Stauden: *Achyranthes argentea* Lam., *Erodium moschatum* l'Hér., *Falkia oblonga* Bernh., *Salvia nilotica* Vahl, *Dyschoriste radicans* (Hochst.) O. Ktze., *Guizotia abyssinica* L. fil., *Lactuca capensis* Thunb.

Auf den Hochweiden zwischen dem Gebirgsbusch und den Waldbeständen kommen noch vor: *Trifolium subrotundum* Steud. et Hochst. (mit blaurothen Blüthen), *Cynoglossum coeruleum* Hochst., *Ajuga bracteosa* Wall., *Craterostigma plantagineum* Hochst., *Parasystasia somalensis* Baill., *Plantago lanceolata* L., *Gnaphalium unionis* Sch. Bip. Ackerunkraut: *Cirsium lanceolatum* (L.) Scop.

Von ganz besonderem Interesse ist die Erforschung der Flora des südwestlich von Harar gelegenen, auf 3500^{m} Höhe ü. M. geschätzten Gara Mulata, der höchsten Erhebung im Osten des Gallahochlandes. Hier geht an der Südwestseite bei 2200^{m} ü. M. der Gebirgsbusch allmählich in Höhenwald über, in welchen Grasfluren hineinragen. Der Wald wird von Freiherrn von Erlanger als herrlicher, dichter Urwald bezeichnet. Wer in Urwäldern gesammelt hat, weiss, wie schwer es ist, des für wissenschaftliche Bestimmung von Bäumen und Lianen geeigneten Materials habhaft zu werden. Es darf uns daher nicht wundern, dass für einen »herrlichen, dichten Urwald« die Zahl der in der Sammlung nachzuweisenden Bäume etwas dürftig ist; es muss also späteren Forschern, welche mehr in der Lage sind, von Bäumen blühende und fruchtende Zweige zu erlangen, überlassen bleiben, das folgende Verzeichniss zu ergänzen.

In einer von Gebüsch erfüllten felsigen Schlucht bei 1800–2000^{m} ü. M. wurden gesammelt:

A. Bäume: *Acacia* spec. (bis 10^{m} hoch), ***Dombeya gallana*** K. Schum. et Engl. (bis 5^{m}, mit weissen, schwach rosa schimmernden Blüthen), *Schefflera abyssinica* (Hochst.) Harms (10–15^{m} hohe Araliacee, mit 5fingerigen Blättern, länglichen, lang zugespitzten Blättchen und weissgelben Blüthen.

B. Sträucher: *Tephrosia emeroides* A. Rich. (bis 3^{m} hoch, mit 2paarigen Blättern und blaurothen Blüthen), *Withania somnifera* Dun. (4^{m}), *Acanthus eminens* Clarke (bis 4^{m} hoch), am Bach.

C. Stauden: *Crinum* spec. (mit lineallanzettlichen Blättern, 0^{m}5 hohem Stengel und 6–7^{cm} langen, weissen Blüthen), *Polygonum scabrum* Willd. (bis 7^{dm} hoch, rothblühend), an einem Bach, ***Sisymbrium hararense*** Engl., *Hibiscus dongolensis* Delile (1^{m}), *Justicia uncinulata* Oliv. (1^{dm}, in Rasen, weissblühend), *Hypoestes Forskohlii* (Vahl) R. Br. (4^{dm}), *Phaulopsis oppositifolius* (Wendl.) Lindau (2^{dm}), *Isoglossa somalensis* Lindau (8^{dm}), *Pentas concinna* K. Schum. (mit weissen, roth gestreiften Blüthen),

P. longiflora Oliv., *P. lanceolata* (Forsk.) K. Schum., *Cineraria Schimperi* Sch. Bip., bis 1ᵐ lang, von Felsen herabhängend.

Bei 2000–2200ᵐ ü. M. wurden wenige über die meist 3–4ᵐ hohen Sträucher hinwegragenden Bäume constatirt:

A. Bäume: *Croton macrostachys* A. Rich. (bis 7ᵐ), *Gymnosporia luteola* (Delile) Loesener.

B. Sträucher und Baumsträucher: *Sparmannia abyssinica* Hochst., *Olea chrysophylla* Lam. (3ᵐ), *Jasminum abyssinicum* R. Br. (bis 4ᵐ), *J. floribundum* R. Br. (8ᵈᵐ), *Marsdenia Schimperi* (Hochst.) Decne. (2–4ᵐ), *Otostegia repanda* (R. Br.) Benth. (1ᵐ5), *Pavetta Oliveri* Hiern var. *glabrata* K. Schum. (bis 4ᵐ, mit weissen Blüthen), *P. Ellenbeckiana* K. Schum. (ebenfalls 4ᵐ hoch).

C. Schlingpflanzen: *Stephania hernandiifolia* (Willd.) Walp., *Cissus nivea* Hochst., mit dreitheiligen, unten weissfilzigen Blättern, *Melothria tomentosa* Cogn.

D. Stauden: *Lissochilus Krebsii* Lindl. (bis 1ᵐ5 hoch, mit hellgelben, aussen dunkelbraunen Blüthen), *Cardamine africana* L., *Crotalaria lachnocarpoides* Engl. (auf felsigen Stellen), *Tephrosia dichroocarpa* Steud. (bis 2ᵐ, mit blaurothen Blüthen und dicht behaarten Hülsen), *Desmodium scalpe* DC., *Geranium simense* Hochst., *G. mascatense* Boiss., *Pelargonium multibracteatum* Hochst. (mit weissen, roth gestreiften Blüthen), *Hibiscus crassinervis* Hochst., an felsigen Stellen, *Viola abyssinica* Steud., *Sanicula europaea* L., *Gomphocarpus fruticosus* (L.) R. Br. (1ᵐ5), auf felsigem Terrain, *Lippia adoensis* Hochst. (1ᵐ), ***Celsia hararensis*** Engl. (1ᵐ), *Isoglossa Oerstediana* Lindau (3ᵈᵐ), *Helichrysum globosum* Sch. Bip. var. *rhodochlamys* Vatke (5ᵈᵐ), *Dichrocephala latifolia* DC., *Gynura vitellina* Benth. (7ᵈᵐ).

Um 2500ᵐ ü. M. kommen auch noch bis 10ᵐ hohe *Acacia* (verwandt mit *A. socotrana* Balf. f.) und *Schefflera abyssinica* (Hochst.) Harms vor. Ihnen gesellen sich zu folgende:

A. Sträucher: *Osyris rigidissima* Engl. (bis 2ᵐ), *Hypericum lanceolatum* Lam. (3ᵐ).

B. Schlingpflanzen: ***Ceropegia Ellenbeckiana*** K. Schum.

C. Stauden: *Nephrodium Schimperianum* (Hochst.), *Carex Huttoniana* C. Kuek., *Asparagus asiaticus* L. var. *scaberulus* (A. Rich.) Engl., ***Scilla Neumannii*** Engl., *Peperomia abyssinica* Miqu., *Arabis caucasica* Willd., *Euphorbia lepidocarpa* Pax (1ᵈᵐ5), *Impatiens tinctoria* A. Rich. (1ᵈᵐ5, mit zinnoberrothen Blüthen), *Hypericum intermedium* Steud., *Anthriscus silvestris* (L.) Hoffm., *Cynoglossum coeruleum* Hochst., *Hypoestes triflora* (Forsk.) Vahl (2ᵈᵐ), *Pentas Schimperiana* (Rich.) Vatke (2ᵐ), *Lactuca capensis* Thunb. (4ᵈᵐ).

Die Flora des Hochweidelandes zwischen den Wäldern und oberhalb derselben ist durchaus vom Charakter desjenigen der Dega in Abyssinien; doch wurden mehr die zwischen den Gräsern wachsenden Stauden, als die ersteren selbst gesammelt:

a) bei 2000ᵐ: *Eleusine flaccifolia* (Forsk.) Spreng., *Cyperus Teneriffae* Poir., *Hypoxis Volkensii* Harms, *Ranunculus abyssinicus* Schube, *Argyrolobium* spec. conf. *virgatum* Bak., *Oxalis anthelmintica* L., *Cynoglossum coeruleum* L., *Justicia rostellaria* Nees, *Thunbergia pratensis* Lindau, *Phaulopsis oppositifolius* (Wendl.) Lindau, *Pentas longiflora* Oliv.

b) bei 2200ᵐ: *Hypoxis Volkensii* Harms, *Haemanthus* conf. *eurysiphon* Harms (bis 50ᶜᵐ, mit feuerrothen Blüthen), *Romulea* spec., *Craterostigma plantagineum* Hochst. (Scroph.), *Salvia nubia* Ait. (4ᵈᵐ).

c) bei 2500ᵐ: *Crinum* spec. (5ᵈᵐ, mit grossen weissen Blüthen), *Moraea* spec. (4ᵈᵐ), *Chenopodium foetidum* Schrad., *Monsonia biflora* DC., *Cynoglossum coeruleum* L., *Craterostigma plantagineum* Hochst. (Scrophul.), *Hebenstreitia dentata* L. forma *integrifolia* (L.) Choisy, *Scabiosa columbaria* L., *Pterocephalus frutescens* Hochst. forma *angustifolia*, *Gerbera abyssinica* Sch. Bip.

d) bei 2800^m: *Hypoxis Volkensii* Harms, *Merendera abyssinica* A. Rich. (mit lilafarbenen Blüthen), *Moraea* spec., *Trifolium semipilosum* Fresen., kriechend, kleinblättrig und weiss blühend, ***Crotalaria Erlangeri*** Harms (1^m hoch, mit grossen gelbgrünen Blüthen), *Cynoglossum Hochstetteri* Vatke, *Thymus serpyllusa* L.

An felsigen sonnigen Abhängen kommen noch einige andere Arten vor:

a) bei 2600^m: ***Pimpinella Erlangeri*** Engl., *Phagnalon nitidum* Fres. (bis 5^dm hoch).

b) bei 2800–3000^m: *Alsine Schimperi* Hochst. (2^dm hoch, mit nadelförmigen Blättern und weissen Blüthen), *Silene macrosolen* Steud., *Arabis caucasica* Willd., ***Rhynchosia Erlangeri*** Harms (0^m5 hoch, gelbblühend), ***Pelargonium hararense*** Engl. (5^dm, mit karminrothen Blüthen).

Das eigentliche Gallahochland wurde von der Erlanger'schen Expedition bei Sheikh-Hussein berührt, woselbst vom 28. Juni bis 9. Juli gesammelt werden konnte. Hier beginnt um etwa 1500^m ü. M. Gebirgsbusch, welcher stellenweise und namentlich um 2000^m ü. M. sich an grasreiches, parkartiges Buschgehölz anschliesst, während im tiefen Thal des Wabbi Baum- und Buschsteppe herrscht, welche in die Flora des Somalilandes übergeht.

Von 1500^m bis 1800^m ü. M. kommen zertreut folgende Sträucher vor: *Rhus villosa* L. fil. var. ***gallaensis*** Engl. (3–4^m hoch, sehr auffallend durch 1^dm lange, 6^cm breite, grosskerbige Blättchen), *Sida Schimperiana* Hochst. (1^m hoch), *Heteromorpha arborescens* Cham. et Schlecht. (bis 2^m hoch), *Acocanthera abyssinica* (Hochst.) K. Schum., bis 4^m hoch, ***Cycnium erectum*** Rendle (= *C. fruticans* Engl., bis 2^m hoch), *Vangueria abyssinica* A. Rich. (3–4^m).

Die hier aufgefundenen Stauden sind fast durchweg aus Abyssinien bekannt:

Panicum deustum Thunb. (bis 1^m, bei Walenso), *Crotalaria malacotricha* Harms, bis 1^m hoch, grau behaart, mit 4–5^cm langen und 2^cm breiten Blättchen, *Geranium simense* Hochst., *Cardiospermum corindum* L. forma *clematideum* Radlk., *Triumfetta tomentosa* Bojer, *Justicia Schimperiana* (Hochst.) T. And. (bei 1^m5 hoch, mit weissen Blüthen), *Sonchus Schweinfurthii* Oliv. et Hiern (1^m hoch, auf Äckern).

Um 1800^m wird das Gehölz dichter und geht in Trockenwald über, der im Wesentlichen mit abyssinischem Trockenwald übereinstimmt. Wir finden hier:

A. Bäume: *Juniperus procera* Hochst., *Acacia stenocarpa* Hochst. und *A. pennata* L., *Erythrina* spec., *Croton macrostachys* A. Rich. (bis 6^m hoch), *Heeria insignis* (Delile) O. Ktze. var. *lanceolata* Engl., *Cordia crenata* Delile (bis 1^m hoch).

B. Epiphyten auf den Acacien: *Ficus gallabatensis* Warb. und *Loranthus Dregei* Eckl. et Zeyh.

C. Sträucher: *Protea abyssinica* R. Br. (bis 3^m hoch, reich verzweigt, häufig), *Osyris abyssinica* Hochst. (2^m), *Indigofera Garckeana* Vatke (bis 1^m5 hoher, graugrüner Strauch mit rothgelben Trauben), *Acalypha psilostachyoides* Pax (1^m5), *Clutytia abyssinica* Jaub. et Spach (2^m), *Solanum polyanthemum* Hochst. (3^m), *Lepidagathis scariosa* Nees

(0ᵐ5), *Pavetta gardeniifolia* Hochst. (2—3ᵐ hoch, mit länglichen Blättern und dicht stehenden, weissen, duftenden Blüthen), *Tarchonanthus camphoratus* L. (bis 3ᵐ hoch, in einer schmalblättrigen Form, meist an steinigen Abhängen).

D. Schlingpflanzen und Kletterpflanzen: *Bauhinia fassoglensis* Kotschy, *Sarcostemma viminale* R. Br., *Rubia discolor* Turcz., *Melothria tomentosa* Cogn.

E. Stauden: *Asplenium praemorsum* Sw., *Sansevieria guineensis* (L.) Willd., *Cassia Hildebrandtii* Vatke, *Crotalaria lachnocarpoides* Engl., *Veronica aquatica* Bernh. (zwischen hohem Gras an feuchten Stellen), *Coleus lanuginosus* Hochst., *Lippia adoensis* Hochst., *Verbena officinalis* L., *Dicliptera maculata* Nees, *Oldenlandia Schimperi* (Steud. et Hochst.) And. (30ᶜᵐ hohes Kraut mit tiefrothen Blüthen), *Old. grandiflora* Hiern, *Campanula rigidipila* Steud. et Hochst. var. *Quartiniana* (A. Rich.) Engl., *Achyrocline Hochstetteri* Sch. Bip., *Inula macrophylla* Sch. Bip., *Berkheya Spekeana* Oliv. (0ᵐ5), *Gerbera piloselloides* (L.) Cass., *Cineraria Schimperi* Sch. Bip. (bis 1ᵐ).

Um 2000ᵐ herrschen die Grasfluren der Hochgrassteppe, an denen sich der 2ᵐ hohe *Andropogon Schimperi* Hochst., *Tricholaena rosea* Nees und *Pennisetum villosum* R. Br. betheiligen. Aus der Grasflur ragen vereinzelt hervor *Rhus villosa* L. fil., die Araliacee *Cussonia Holstii* Harms (mit 5fingerigen Blättern und lang gestielten, länglichen Blättchen, zuerst aus Usambara bekannt geworden), *Cordia abyssinica* R. Br. Dagegen bildet die Acanthacee *Phaulopsis oppositifolius* (Wendl.) Lindau nur niedrige Büsche. Zwischen den Büschen klettert *Clematis Wightiana* Wall. var. **gallaensis** Engl.

Von Sheikh-Hussein aus wurde im Juli 1900 auch zum ersten Mal von Europäern der Abunass und der heilige Berg Abu- el Kassim, welcher eine Höhe von 3200ᵐ erreicht, bestiegen. Entsprechend der südöstlichen Lage dieser Berge reicht der Gebirgsbusch stellenweise hoch hinauf und wechselt mit Hochgrassteppe ab, während in den Schluchten schon bis 1900ᵐ stattlicher Höhenwald auftritt. Leider sind hier die Sammlungen etwas dürftig ausgefallen. Am Abunass kommen im Gebirgsbusch von 2500ᵐ bis 2800ᵐ ü. M. vor:

Sträucher: bei 2500ᵐ: *Rhus villosa* L. fil. var. **gallaensis** Engl. (3ᵐ hoch, sehr grossblättrig), *Hibiscus macranthus* Hochst. (2ᵐ), *Heteromorpha arborescens* Cham. et Schlecht., *Clerodendron myricoides* R. Br. var. *grosseserratum* Gürke (2ᵐ) — von 2600ᵐ bis 2800ᵐ: *Ceratostigma abyssinicum* (Hochst.) Aschers. (1ᵐ5).

Schlingpflanzen: um 2500ᵐ: *Rubia discolor* Turcz., **Canarina abyssinica** Engl., mit prachtvollen dunkelrothen Blüthen, ziemlich ähnlich der *C. Emini* Schweinfth. — um 2600ᵐ: *Clematis Wightiana* Wall. var. **gallaensis** Engl.

Stauden: um 2500ᵐ: *Gomphocarpus fruticosus* (L.) R. Br. (bis 1ᵐ5), *Lithospermum officinale* L. var. *abyssinicum* (Vatke) Engl., *Lippia adoensis* Hochst., *Barleria Rivaei* Lindau — um 2600—2800ᵐ: *Nephrodium Schimperianum* (Hochst.), *Girardinia condensata* (Hochst.) Wedd., **Impatiens Perkinsiae** Gilg (bis 0ᵐ5, mit zinnoberrothen Blüthen), *Hypoestes verticillaris* (L.) Soland. und *H. triflora* (Forsk.) Nees.

Aus der Hochgrassteppe um 2500ᵐ liegen nur vor:

Trifolium simense Fres., *Pelargonium multibracteatum* Hochst., *Malabaila abyssinica* Boiss., *Cycnium paucidentatum* Engl., *Pentas longiflora* Oliv., *Anthospermum muricatum* Hochst., *Athrixia rosmarinifolia* Oliv. et Hiern, *Berkheya Spekeana* Oliv. — Höher kommt zwischen Gras *Salvia nilotica* Vahl vor.

In dem Höhenwald wurden schon bei 1900^m *Podocarpus gracilis* Pilger und *Juniperus procera* Hochst. constatirt; von Sträuchern: *Pavetta Oliveri* Hiern (2^m) und *Barleria ventricosa* Hochst.; von Kletterpflanzen: *Senecio subscandens* Hochst. (bis 1^{m}5); von Stauden: *Panicum sulcatum* Aubl. (= *P. plicatile* Hochst.) bis 2^m hoch, *Epipactis somaliensis* Rolfe, *Nasturtium officinale* R. Br. (am Bach), *Phaulopsis oppositifolius* (Wendl.) Lindau, *Conyza Gouani* Willd.

Endlich wurden nahe am 2880^m hohen Gipfel auf Felsen und zwischen Steinen einige interessante Arten gesammelt:

Braunia Schimperiana C. Müll. var. *latifolia* Broth., *B. laevicuspis* Broth., *Fabbronia abyssinica* C. Müll., *Pterogonium gracile* Dicks., *Asplenium praemorsum* Sw., *Polystachya confusa* Rolfe, *Peperomia abyssinica* Miqu., *Crassula muscosa* (L.) Roth.

Zur Ergänzung dieser Angaben können die Funde dienen, welche auf dem benachbarten Abu-el-Kassim gemacht wurden.

Die steinigen Abhänge desselben sind um 1500^m durch zerstreut wachsende 4–6^m hohe Exemplare der *Dracaena ombet* Kotschy et Peyritsch ausgezeichnet. Ferner kommen hier folgende Steppentypen vor:

Heeria insignis (Delile) O. Ktze. var. *latifolia* Engl., *Jasminum floribundum* R. Br. (bis 3^m hoch), *Tinnea aethiopica* Kotschy et Peyritsch (bis 1^m), *Waltheria americana* L., *Seddera virgata* Hochst., *Striga canescens* Benth.

Um 2000^m tritt schon *Juniperus procera* Hochst. auf, der nur in 10–25^m hohen Exemplaren bis zu 3000^m gedeiht. Baron von Erlanger sagt von diesem Walde: »Der Urwald zeigte eine Fülle herrlicher Cedern und Wachholderbäume, die eine Höhe von 30^m und mehr erreichen. Ferner Pisangs, Feigen und vor allen Dingen Wanzabäume, oft mit einem Durchmesser von mehr als 1^m. Der Wanzabaum ist für den Abyssinier besonders wichtig, da er ein sehr gutes Bauholz liefert. In höheren Lagen ist besonders auch der Kossobaum (*Hagenia abyssinica* Willd.) sowie die Kugeldistel (*Echinops*) anzutreffen.«

Gesammelt wurden hier nur noch folgende

Sträucher, von 2000^m bis 2500^m: *Cluytia abyssinica* Jaub. et Spach, *Discopodium penninervium* Hochst. (2^m hohe Solanacee mit hellgrünen Blüten), *Helinus mystacinus* (Ait.) E. Mey. (an sonnigen Felswänden), *Anthospermum muricatum* Hochst. (halbstrauchige Rubiacee). Von 2500^m bis 3000^m ü. M.: *Sparmannia abyssinica* Hochst. (bis 1^{m}5), *Tephrosia dichroocarpa* Steud. (bis 1^{m}5, mit blaurothen Blüthen), *Hypericum Quartinianum* A. Rich. (1^m).

Kletterpflanzen, um 2500–3000^m: *Rubia discolor* Turcz., *Senecio confertus* Sch. Bip.

Stauden, von 2000^m bis 2500^m: *Adiantum crenatum* Poir., *Thalictrum minus* L. var. *elatum* Lecoyer, *Euphorbia longecornuta* Pax (bis 8^{dm}, vom Habitus der *E. pilosa*), *Impatiens tinctoria* R. Br. (bis 1^m, weissblühend). Von 2500^m bis 3000^m: *Asplenium monanthos* L., *Crotalaria* aff. *platycalyx* Steud., *Geranium aculeolatum* Oliv., *Euphorbia*

depauperata Hochst., *Ipomoea marmorata* Britten et Rendle (bis 1ᵐ, in Lichtungen), *Cynoglossum coeruleum* Hochst. und *C. micranthum* Desf., *Stachys sidamoensis* Gürke, *Galium spurium* Vaill.

In den Höhenwald hinein ragt Hochgrassteppe, aus welcher einzelne Felspartien hervortreten. Die Grasflur zeigt nur wenig Humus und ist durchsetzt von folgenden

Stauden: *Sporobolus indicus* (L.) R. Br., *Ornithogalum Ecklonii* Schlecht., ***Kniphofia Ellenbeckiana*** Engl., *Silene macrosolen* Steud., ***Delphinium Ruspolianum*** Engl., ***Dolichos Ellenbeckii*** Harms, *Vigna* spec., *Phaseolus Schimperi* Taub., *Cynanchum Holstii* K. Schum., *Celsia brevipedicellata* Engl., *Hebenstreitia dentata* L. forma *integrifolia* (bis 50ᶜᵐ), *Campanula rigidipila* Steud. et Hocst. var. *sarmentosa* (Hochst.), *Monopsis Schimperiana* Urb., *Guizotia Schultzii* Hochst.

In diesen Grasfluren findet sich auch an steinigen Stellen *Protea abyssinica* Willd. zerstreut. Auf Felsen, welche die Grasfluren durchsetzen, finden sich: *Commelina africana* L., *Cyanatis nodiflora* L., *Pelargonium multibracteatum* Hochst., *Alsine Schimperi* Hochst. und ***Plectranthus Erlangeri*** Gürke bis 2700ᵐ, ***Coreopsis pulchella*** O. Hoffm., eine auffallend zierliche Art, bis 3000ᵐ ü. M.

Im Februar 1901 wurde auf dem Marsche von Abera nach Ginir das im Südwesten von Sheik-Hussein gelegene Hochland Balle durchwandert, und bei dem Orte Ladjo konnten Sammlungen angelegt werden; daselbst ist der Abhang eines 3000ᵐ hohen felsigen Rückens theils von Hochgrassteppe, theils von Gebirgsbusch eingenommen. In letzterem treten hier noch *Osyris rigidissima* Engl. (bis 3ᵐ hoch) und *O. abyssinica* Hochst. auf; wahrscheinlich sind beide zu einer Art zusammenzufassen.

Am Bach findet sich eine schöne *Bauhinia*, die mit *B. fassoglensis* Kotschy verwandt ist und durch grosse röthlich-weisse Blüthen auffällt.

Am Bach wachsen ferner: *Cerastium africanum* Oliv. und *Nasturtium officinale* R. Br.

Im Gebüsch treten auf: *Asparagus asiaticus* L. var. ***Ellenbeckianus*** Engl., *Cyanotis hirsuta* Fisch. et Mey., *Laggera pterodonta* (DC.) Sch. Bip.

Dagegen wurden in der Hochgrassteppe mit steinigem Untergrund angetroffen: *Lotus* spec., *Trifolium acaule* Steud., *Salvia nubica* Ait., ***Swertia Ellenbeckiana*** Gilg (nur 15ᶜᵐ), *Gnaphalium unionis* Sch. Bip., *Conyza Gouani* W., *Helichrysum citrispinum* DC. (bis 8ᵈᵐ hoch, mit schmal linealischen Blättern, silbergrau), ganze Flächen bedeckend.

An Felsen wachsen: *Alsine Schimperi* Hochst. var. *Erlangeriana* Engl., *Arabis caucasica* Willd., ***Sedum Erlangerianum*** Engl. (strauchig, 0ᵐ.5 hoch, mit gelben Blüthen), *Bartschia longiflora* Steud., bis 1ᵐ.5 hoch, *Scabiosa columbaria* L.

Auch hier tritt noch Ackerland auf, mit *Ricinus* und *Sonchus Schweinfurthii* Oliv. et Hiern.

Während das eben besprochene Gebiet im Februar 1901 berührt wurde, waren die etwas im Nordwesten von Sheikh-Hussein gelegenen Hochländer von Djafa und Diddah im Juli 1900 auf dem Marsche nach Adis Abeba durchwandert worden. Hochgrassteppe oder Gebirgsbuschsteppe, Hochweide und kleine Bestände von Höhenwald wurden bei dieser Gelegenheit erforscht.

In der Hochgrassteppe, welche sich auf dem Plateau Djafa von 2300^m bis 3000^m ü. M. erstreckt, wurden ausser dem strauchigen *Jasminum abyssinicum* R. Br. folgende Stauden gesammelt: ***Kniphofia Neumannii*** Engl., *Crinum scabrum* Herb., *Hesperanthe* (aff. *Petitiana* Bak., bis 6^{cm} hoch, mit zart rosafarbenen Blüthen), *Lotus tigrensis* Bak., *Trifolium simense* Fres. (bis 1^m hoch), *Crotalaria recta* Steud., *Dolichos formosus* A. Rich. (im Gebüsch), *Alepidea peduncularis* Steud. (bis 7^{dm}), *Cynoglossum amplifolium* Hochst., *Cycnium paucidentatum* Engl., *Wahlenbergia silenoides* Hochst.

Im Höhenwald dieses Plateaus herrscht *Podocarpus gracilis* Pilger, der sich zu $15-25^m$ hohen Bäumen entwickelt, und mit ihm kommt die Melianthacee *Bersama abyssinica* Fres. als 10^m hoher Baum vor. An den Bäumen wächst *Neckera remota* Bruch et Schimp. und unter denselben finden sich:

Panicum sulcatum Aubl., *Desmodium scalpe* DC., *Pavonia Schimperiana* Hochst. var. *tomentosa* Hochst., *Elsholtzia Schimperi* Hochst., *Adenopus abyssinicus* Hook. f.

Die Hochebene Diddah mit Sandabu und Adagido ist bis 2600^m Höhe zum grössten Theil von Hochweide bedeckt, in welcher nur einzelne Sträucher, von *Jasminum abyssinicum* R. Br. und *Osyris rigidissima* Engl. auftreten, während zwischen dem Gras verschiedene Stauden eingestreut sind:

Gladiolus Quartinianus A. Rich., *Disperis galerita* Rchb. f., *Habenaria Schimperiana* Hochst., *Cyathula globulifera* Moqu. (stets in grösserer Menge in der Nähe von Gesträuch), *Delphinium dasycaulon* Fres., *Ornithopus coriandrinus* Hochst., *Crotalaria brachycephala* Harms (auf steinigem Boden), *Trifolium semipilosum* Fres. (bis 3^{dm}, weissblühend), *T. subrotundum* Hochst. (bis 7^{dm}), *Polygala abyssinicum* R. Br. var. *adoense* (Hochst.) Chodat, *Cynoglossum coeruleum* Hochst. (1^m hoch, stellenweise massenhaft), *Solanum monactinanthum* U. Damm., *Sopubia trifida* Ham. var. *ramosa* (Hochst.) Engl., *Craterostigma plantagineum* Hochst., *Orobanche minor* Sutton, *Oldenlandia monanthos* Hochst., *Galium spurium* Vaill., *Centaurea abyssinica* Sch. Bip. (1^m hoch, mit weissen Blüthenköpfen), *C. varians* A. Rich. (bei Adagido), *Conyza Clarenceana* Oliv. et Hiern.

Ausserdem kommen in dieser Höhe an Bächen zwischen Felsblöcken vor:

Selaginella (aff. *rupestris* Spring), *Cyanotis nodiflora* L., *Romulea campanuloides* Harms, *Cerastium caespitosum* Gilib., *Crassula aquatica* (L.) Schoenland (in Tümpeln), *Glycine Petitiana* Schwfth. (am Bach, auf Felsen kriechend), *Lathyrus Schimperi* Engl. (Adagido), *Vicia angustifolia* All. und *V. Volkensii* Taub. (bei Adagido), *Oxalis obliquifolia* Steud., rothblühend, *Geranium latistipulatum* Hochst., *Malva verticillata* L. (bis $2.^m5$ hoch), ***Epilobium Ellenbeckii*** Engl. (1^m), *Malabaila abyssinica* Boiss., *Celsia*

brevipedicellata Engl., *Rhamphicarpa fistulosa* (Hochst.) Benth, *Veronica abyssinica* Fres., *Dyschoriste radicans* (Hochst.) O. Ktze. (niedrig, kriechend, wie *Lysimachia nummularia*), ***Borreria somalica*** K. Schum., *Cucumis prophetarum* L., *Wahlenbergia silenoides* Hochst., *Campanula rigidipila* Steud. et Hochst., *Conyza stricta* Willd., *Lactuca Hochstetteri* (A. Rich.) Sch. Bip. var. *humilis* (A. Rich.) Oliv. et Hiern.

Weiter aufwärts wird der Boden feuchter und es wachsen bei etwa 2700^{m}:

Erucastrum leptophyllum (Dc.) Engl., *Geranium latistipulatum* Hochst., *Torilis melanantha* (Hochst.) Vatke, *Gomphocarpus fruticosus* (L.) R. Br. var. *purpurascens* (Rich.) K. Sch. (bis 1^{m}), *Thunbergia hirsuta* T. And. (am Boden liegend, mit goldgelben Blüthen).

Bei etwa 2800^{m} ü. M.:

Hesperanthe Petitiana Bak., *Romulea campanuloides* Harms, *Satyrium brachypetalum* Krzl., *Alepidea peduncularis* Steud., *Cynanchum Holstii* K. Sch., *Swertia Welwitschii* Engl., ***Celsia Ellenbeckii*** Engl. (0^{m}5), *Gnaphalium unionis* Sch. Bip.

Bei 2900–3000^{m}, auf feuchtem Boden:

Acanthus arboreus Forsk. (0^{m}5–1^{m} hoch, mit grossen purpurrothen Blüthen, in Massen beisammenstehend), ***Kniphofia Neumannii*** Engl. var. ***albiflora*** Engl., überall zerstreut, mit weissen, gelben und rothen Blüthentrauben, ***Eulophia albo-brunnea*** Krzl. (mit braunem Labellum, im Übrigen weissen Blüthen), *Polygonum tumidum* Delile, *Achyranthes aspera* L., *Eriosema* spec. (5^{dm}, mit röthlichen Blüthen), ***Impatiens Perkinsiae*** Gilg., *Galium spurium* Vaill.

In dieser Höhe findet sich auch noch *Buddleia polystachya* Fres. als 5^{m} hoher Baum.

Umfangreiche Sammlungen liegen vor von dem südschoanischen Hochweideland, welches stark bewohnt und in der Nähe von Adis Abeba zum Theil in Ackerland umgewandelt, dagegen dort, wo es sich noch in seinem ursprünglichen Zustand befindet, im Juli reichlich von Zwiebelgewächsen und Stauden bedeckt ist. In einer Höhe von 2000^{m} bis 3000^{m} ü. M. kommen vor:

Cynodon dactylon (L.) Pers., *Panicum muticum* Forsk., *Eleusine floccifolia* Spr., *Commelina africana* L. (gelbblühend), *Cyanotis nodiflora* L. (mit röthlich blauen Blüthen), *Androcymbium striatum* Hochst. (mit grünlich weissen Blüthen), *Kniphofia comosa* Hochst. (mit crèmefarbenen Blüthentrauben), *Habenaria montolivaea* Krzl. und *H. Schimperiana* Hochst. (beide mit grünlich weissen Blüthen), *Satyrium bifolium* A. Rich. (mit 2 grossen rundlich eiförmigen Blättern und schneeweissen Blüthen), *Polygonum nepalense* Meissn., ***Delphinium Ruspolianum*** Engl. (bis 1^{m} hoch, mit lang gespornten Blüthen), *Trifolium simense* Fres. (mit sehr schmalen linealischen Blättchen), *T. Schimperi* Hochst., *Aeschynomene abyssinica* (A. Rich.) Vatke (1^{m}, mit gelbbraunen Blüthen), *Eriosema cordifolium* Hochst. (mit orangefarbenen Blüthen und einfachen, herzeiförmigen Blättern), *Lathyrus kilimandscharicus* Taub., *L. sphaericus* Retz, *Vigna vexillata* Benth., *Oxalis anthelmintica* A. Rich., *Geranium latistipulatum* Hochst., *Epilobium hirsutum* L., *Sebaea monantha* Gilg, *Swertia Welwitschii* Engl. (mit gelblich weissen Blüthen), *Sw. Quartiniana* A. Rich. (3^{dm} hoch, mit violetten Blüthen), *Stathmostelma pedunculatum* (Decne.) K. Schum., *Salvia nudicaulis* Vahl (nur 2^{dm} hoch), *Cycnium paucidentatum* Engl., *Cycniopsis humifusa* (Fisch.) Engl., *Justicia schoensis* Lindau, *Thunbergia oblongifolia* Oliv., *Asteracantha longifolia* (L.) Nees (12–15^{cm} hoch, mit tiefblauen Blüthen), *Pterocephalus frutescens* Hochst., *Coccinia diversifolia* (Naud.) Cogn., *Senecio ochrocarpus* Oliv. et Hiern, *Guizotia abyssinica* (L. fil.) Cass.

Hierzu kommen noch einige Arten, welche mit mediterranen Unkräutern, wie *Brassica nigra* (L.) Dc., *Scorpiurus sulcatus* L., *Anagallis arvensis* L., auch auf Ackerland vorkommen, so *Coleus lanuginosus* Hochst., *Hypodematium sphaerostigma* A. Rich., *Carthamus lanatus* L.

An felsigen Bachufern in dieser Höhe treten auf:

Romulea campanulata Harms, *Nasturtium officinale* R. Br., *Potentilla reptans* L., *Pelargonium multibracteatum* Hochst., *Impatiens tinctoria* A. Rich., *Aeolanthus abyssinicus* Hochst., mit weissen Blüthen, *Justicia rostellaria* Nees.

An solchen Ufern erheben sich auch über das Weideland mächtige, 10^{m} hohe, breitkronige Exemplare von *Ficus trachyphylla* Fenzl. Noch ein anderer grosser *Ficus* (dem *F. kondeensis* Warb. ähnlich, aber nicht genau festzustellen, bis 15^{m} hoch) tritt häufig in einer Felsenschlucht auf.

Die Abhänge sind zwischen 2000^{m} und 2300^{m} auf steinigem Boden mit Gebirgsbusch bedeckt, welcher ausser Acacien folgende Arten enthält:

Sträucher: *Catha edulis* Forsk. (bis 1^{m}5), *Gymnosporia Engleriana* Loes., *Rhamnus prinoides* L'Hér., *Jasminum humile* L. (sehr zierlicher, weissblühender Strauch), *Erica arborea* L. (nur 1^{m} hoch), *Barleria ventricosa* Hochst.

Schling- und Kletterpflanzen: *Smilax Goetzeana* Engl., *Clematis simensis* Fres. (mit grossen, gelblich-weissen Blüthen), *Geranium aculeolatum* Oliv., ***Canarina abyssinica*** Engl., einer der schönsten Funde der Erlanger'schen Expedition.

Stauden: *Antholyza abyssinica* Brongn. (bis 1^{m}5 hohe Iridacee, mit prachtvollen, purpurrothen Blüthen), *Delphinium dasycaulon* Fres. (1^{m}), *Crassula muscosa* (L.) Roth, *C. abyssinica* A. Rich., *Kalanchoë grandiflora* A. Rich., *K. glaberrima* Volk., *Desmodium scalpe* DC., *Micromeria abyssinica* (Hochst.) Benth. und *M. ovata* (R. Br.) Benth., *Coleus Schimperi* Vatke und ***C. schoensis*** Gürke, *Leucas glabrata* (Vahl) R. Br., *Solanum Holstii* Dammer (auch auf Ackerland, 1^{m}5 hoch), *Veronica abyssinica* Fres., *Pentas Schimperiana* (Rich.) Vatke, *Felicia Richardi* Vatke, *Laggera pterodonta* (DC.) Sch. Bip., *Senecio ochrocarpus* Oliv. et Hiern.

Epiphyten: Die Sträucher sind auch hier von den Flechten *Usnea barbata* var. *florida* Fries und *Physcia leucomelaena* (L.) Mich. besetzt.

Zu bemerken ist noch, dass in dieser Höhe auch Lein und *Eragrostis abessinica* (Jacq.) Link. angebaut werden.

In demselben Gebiet treten in grösserer Höhe von 2500 bis 2600^{m} ü. M. die Melianthacee *Bersama abyssinica* Fres. und ***Dombeya albiflora*** K. Schum. als 3–5^{m} hohe Bäume auf, mit ihnen *Hewittia kilimandscharica* (Engl.) Hallier f. und *Asparagus racemosus* Willd. Darunter wachsen die Stauden: *Nephrodium Schimperianum* (Hochst.), *Coreopsis abyssinica* Sch. Bip., *Cineraria grandiflora* Vatke (0^{m}5 hoch). Auf Hochweiden von 2500–2600^{m} wurden gefunden: *Trifolium polystachyum* Fres., *Carduus leptacanthus* Nees und *Lactuca capensis* Thunb.

Die Besteigung des im Süden von Adis Abeba gelegenen, 2920^{m} hohen Seguala gab weitere Gelegenheit, die Flora der höheren Regionen festzustellen. Bei 2300^{m} herrscht noch ausgeprägte Gebirgsbuschsteppe mit *Acacia seyal* Delile, *A. abyssinica* Hochst., *Pterolobium lacerans* R. Br. und *Balanites aegyptiaca* Delile. Um 2500^{m} tritt

Gebirgsbusch auf, welcher in Gebirgswald übergeht, der bis zum Gipfel herrscht. Nur bis 2500ᵐ reichen *Combretum Brichettii* Engl. (5ᵐ), *Nuxia congesta* R. Br. und *Olea chrysophylla* Lam., dagegen erstrecken sich bis zum Gipfel 10ᵐ hohe *Juniperus procera* Hochst., mit *Hypericum lanceolatum* Lam. und *Jasminum abyssinicum* R. Br. als Unterholz. Erst am Gipfel treten auf: *Galiniera coffeoides* Delile (als 4ᵐ hoher Baum), *Buddleia polystachya* Fres. und *Osyris abyssinica* Hochst. Überall, namentlich in den Schluchten, tritt als Schlingpflanze *Clematis simensis* Fres. auf, ihr gesellt sich zu *Senecio sarmentosus* O. Hoffm.

Auch die Staudenflora stimmt mit der des mittleren Abyssiniens überein:

Stauden. Nur unten am Bach, in welchem sich *Potamogeton polygonifolius* Pourr. findet, wachsen: ***Epilobium Ellenbeckii*** Engl., *Wahlenbergia silenoides* Hochst., *Sphaeranthus suaveolens* DC., *Campanula rigidipila* Steud. et Hochst. var. *Quartiniana* (A. Rich.) Engl. Dagegen sind bis zum Gipfel verbreitet: *Geranium aculeolatum* Oliv., *Leonotis rugosa* Benth. (1—3ᵐ hoch) und *Tolpis abyssinica* Sch. Bip. Vorzugsweise am Gipfel wachsen: *Crassula abyssinica* A. Rich., *Polygala Steudneri* Chodat, *Cynoglossum coeruleum* Hochst., *Calamintha paradoxa* Vatke (am Bach), *Scabiosa columbaria* L., *Helichrysum abyssinicum* Sch. Bip., *Achyrocline Hochstetteri* Sch. Bip., *Centaurea abyssinica* Sch. Bip. In einem Bergsee auf dem Gipfel findet sich: *Polygonum amphibium* L.

Das Hochland von Ssire und den Adda-Seen südlich von Adis Abeba, welches vom Modscho, Hauasch und Akaki sowie von vielen reissenden Bächen durchflossen wird, trägt unter 1900ᵐ Gebirgsbuschsteppe und geht weiter aufwärts in Hochweideland über. Belegt wird dies durch folgende Funde, die auf dem Plateau von Gadalla am Hauasch gemacht wurden.

A. Bäume: *Erythrina tomentosa* R. Br. (bis 6ᵐ hoch).

B. Sträucher: *Capparis persicifolia* A. Rich. und *C. tomentosa* Lam., *Cadaba farinosa* Forsk. (diese drei Capparidaceen 3—4ᵐ hoch), *Gymnosporia senegalensis* (Lam.) Loes., *Grewia parvifolia* Hochst., *Dyschoriste radicans* (Hochst.) O. Ktze. (krüppeliger Strauch).

C. Schlingpflanzen: *Stephania hernandiifolia* (Willd.) Walp., *Momordica pterocarpa* Hochst.

D. Stauden: *Eleusine floccifolia* Spr., *Pennisetum Schimperi* A. Rich., *Gloriosa speciosa* (Hochst.) Engl., mit sehr grossen, gelbrothen Blüthen, *Asparagus asiaticus* L., *Ocimum canum* Sims und ***O. Erlangeri*** Gürke, *Calamintha paradoxa* Vatke, *Micromeria ovata* (R. Br.) Benth., *Cycnium paucidentatum* Engl., *Asteracantha longifolia* (L.) Nees.

Dieselbe Formation wurde wieder angetroffen, als die Expedition vom Seguela nach dem Swai-See und Shahala-See vordrang (August 1900). Als Belege dienen folgende:

A. Sträucher: *Capparis tomentosa* Lam., *Cadaba farinosa* Forsk., *Taverniera Schimperi* Jaub. et Spach. (1ᵐ hoher Strauch der *Leguminosae-Hedysareae* mit verkehrteiförmigen Blättern und violetten Blüthen), *Calpurnia aurea* (Lam.) Bak., *Gymnosporia senegalensis* (Lam.) Loes.

B. Kletterpflanzen: *Sarcostemma viminale* R. Br.

C. Stauden: *Rhynchosia resinosa* Hochst.

Auf der felsigen Insel Tulugato im Swai-See fanden sich: ***Rumex Ellenbeckii*** Dammer, *Kalanchoë crenata* Haw., *Cistanche lutea* (Desf.) Hoffmsgg. et Link.

Für die in die Gebirgssteppen eingeschaltete Uferflora der Seen und Flüsse haben wir auch einige Beispiele. An den sumpfigen Ufern der Seen, in denen auch *Nymphaea coerulea* Sav. allgemein verbreitet ist, wachsen *Cyperus papyrus* L. (bis 5^m hoch), *C. laevigatus* L. (1^m), *Aeschynomene elaphroxylon* (Guill. et Perr.) Taub., die bekannte Ambaschpflanze, *Sesbania aegyptiaca* Pers. (bis 4^m, strauch- und baumartig), *Vigna luteola* Benth., *Ageratum conyzoides* L., *Jussieua pilosa* H. B. Kunth. An den Ufern des Akaki wurde auch die $3-4^m$ hohe *Typha elephantina* Roxb. nachgewiesen. An den Seen und den dieselben verbindenden Flüssen Suksuki und Daka findet sich in einigem Abstande auch Uferwald, stellenweise mit Kandelaber-Euphorbien, ausserdem mit folgenden Arten:

A. Bäume und Sträucher: *Ficus Schimperi* Hochst. (bis 10^m), ***Millettia*** spec., *Teclea nobilis* Delile (bis 5^m), *Gymnosporia senegalensis* (Lam.) Loes. (4^m), *Jasminum abyssinicum* R. Br., ***Motandra Erlangeri*** K. Schum. (5^m hoher Apocynaceenbaum), *Acocanthera abyssinica* (Hochst.) K. Schum. (bis 5^m), *Withania somnifera* Pauq., *Leucas abyssinica* Benth. (Halbstrauch), *Barleria ventricosa* Hochst. (bis 3^m), *Senecio Petitianus* A. Rich. (bis 4^m).

B. Schlingpflanzen: *Phytolacca abyssinica* Hoffm., *Ipomoea cairica* Sw. var. (überall häufig, bis zu 10^m aufsteigend und die Bäume oft mit einem von blauvioletten Blüthen durchwirkten Schleier bedeckend, *Ipomoea kentrocarpa* Hochst. (mit gelben Blüthen), *Merremia pterygocaulon* (Choisy) Hallier f. und *Cucurbita maxima* Duch.

C. Stauden: *Panicum maximum* Jacq. ($1-2^m$), *P. sulcatum* Aubl. ($1-2^m$), *Crotalaria spinosa* Hochst. (0^m5), *Desmodium scalpe* DC., ***Euphorbia longecornuta*** Pax (1^m), *Tragia mitis* Hochst., *Triumfetta rhomboidea* Jacq., *Hibiscus dongolensis* Delile (2^m), *Pycnostachys micrantha* Gürke, *Guizotia abyssinica* (L. f.) Cass., *Blumea lacera* (Burm.) DC., *Pluchea Dioscoridis* (L.) DC. ($3-4^m$), ***Cirsium Englerianum*** O. Hoffm.

Solche Uferwälder von vorzugsweise xerophytischem Charakter wurden auch weiterhin auf dem Marsch zum Langano- und Abassa-See (Abase-See) durchschritten. An den sumpfigen Ufern des letzteren wurde noch *Cyperus* (*Juncellus*) *laevigatus* L. constatirt; in dem zunächstliegenden Trockenwald fanden sich *Millettia* spec. (verw. mit *ferruginea* Bak.), *Bersama abyssinica* Fres. ($4-5^m$ hoch), *Gouania longispicata* Engl. (3^m); auch Bestände von Kandelabereuphorbien werden wiederum erwähnt.

Aus dem waldigen Hochplateau zwischen Laku und Gerbidscha liegen einige Befunde vor, welche darauf hinweisen, dass hier schon Höhenwald beginnt:

A. Bäume: *Brucea antidysenterica* Lam. ($4-10^m$ hoher Baum mit röthlich braunen filzigen Blättern), *Pittosporum abyssinicum* Delile (bis 4^m, mehr Baumstrauch).

B. Epiphyten und Parasiten: *Loranthus woodfordioides* Schwfth. ***Polystachya Ellenbeckiana*** Krzl. und *P. Bennettiana* Rchb. f.

C. Sträucher: *Acanthus arboreus* Forsk. und *A. eminens* Clarke.

D. Stauden: ***Hydrosme gallaensis*** Engl., *Osbeckia abyssinica* Gilg, *Thunbergia erythraea* Schwfth. (am Boden liegend), *Dyschoriste radicans* (Hochst.) DC. (auch Halbstrauch), *Pycnostachys abyssinica* Fres., *Laggera alata* Sch. Bip.

E. Schlingpflanzen: *Ipomoea kentrocarpa* Hochst. und *I. tenuirostris* (Steud.) Choisy.

Um Gerbidscha selbst ist an den Abhängen des Plateaus von Abera schöner Höhenwald entwickelt, in welchem bis 25^m hohe *Podocarpus gracilis* Pilger und bis 30^m hohe *Juniperus procera* Hochst. namentlich die zwischen 2500^m und 3000^m gelegenen Schluchten erfüllen. Ausserdem kommen hier vor:

Sträucher: ***Capparis chionantha*** Gilg (bis 4^m hoch, mit lanzettlichen Blättern), *Rubus Steudneri* Schwfth. var. ***sidamensis*** Engl., mit hellrosafarbenen Blüthen, ***Gymnosporia Engleriana*** Loes. und ***G. Ellenbeckii*** Loes. (bis 3^m hoch), *Ehretia abyssinica* R. Br. (4^m), *Nuxia congesta* R. Br.

Schlingpflanzen: *Mucuna melanocarpa* Hochst. var. *somalensis* Taub.

Stauden: *Kalanchoë glaberrima* Volk., *Viola abyssinica* Steud., *Melasma indicum* (Benth.) Wettst., ***Vernonia sidamensis*** O. Hoffm., *Senecio macropappus* Sch. Bip.

An anderen Stellen des Landes Dscham-Dscham, auf dessen Plateau die später zu besprechenden Bambuswälder eine so hervorragende Rolle spielen, beherbergt der Höhenwald folgende Arten:

A. Bäume: ***Pittosporum tomentosum*** Engl. (bis 3^m, mit unterseits filzigen Blättern und grünlich weissen Blüthen), *Ekebergia Rüppelliana* A. Rich. (bis 5^m), ***Gymnosporia addat*** Loes. (bis 8^m, bei Evano), *Ilex mitis* (L.) Radlk. var. *kilimandscharica* Loes., *Schefflera Volkensii* Harms (bis 8^m), *Rapanea simensis* (Hochst.) Mez (Myrsin., 10—15^m hoch), *Galiniera coffeoides* Delile (Rubiac.).

Epiphyten und Parasiten: *Loranthus regularis* Steud. var. ***Ellenbeckii*** Engl.

Schling- und Kletterpflanzen: *Urera hypselodendron* (Hochst.) Wedd. (viele Meter hoch kletternd).

Stauden: *Parochetus communis* Buch. Ham., *Euphorbia depauperata* Hochst. (bis 1^m), *Ajuga bracteosa* Wall. var. ***alba*** Gürke, *Galium spurium* Vaill., am Waldrand, *Dipsacus pinnatifidus* Steud. var. ***integrifolius*** Engl.

Hochweide, in derselben Höhe, mit Wald abwechselnd, enthält zum Theil die oberhalb 2900^m vorkommenden Arten, ist aber viel artenärmer. Es wurden constatirt:

Moraea spec., ***Stellaria Erlangeriana*** Engl., *Alchimilla Fischeri* Engl., ganze Flächen überwuchernd und durch schöne silbergraue Blätter auffallend, *Trifolium calocephalum* Fres., mit grossen violetten Blüthen, *Polygala Steudneri* Chodat, *Hypericum peplidifolium* A. Rich., *Athrixia rosmarinifolia* (Sch. Bip.) Oliv. et Hiern, *Helichrysum globosum* Sch. Bip. var. *rhodochlamys* Vatke.

Von grossem Interesse sind die um 2900^m ü. M. beginnenden Bambuswälder, gebildet von 10^m hoher *Arundinaria alpina* K. Schum., deren Stämme auch beim Hausbau der Bewohner von Abera ausgedehnte Verwendung finden. Diese Bambuswälder, welche in einer Region gedeihen, in der die Reisenden eine Temperatur von nur 6° C. constatirten, zeigen theils Beziehungen zur Flora der Höhenwälder, theils zu der der Hochweiden. Freiherr von Erlanger erwähnt in seinem Bericht über die Expedition, dass in dieser Höhe auch eine Banane vorkomme, welche keine Früchte zeitige, deren Blattscheiden aber getrocknet und gemahlen ein Mehl geben, aus dem nach vorangegangener Gährung ein sauer schmeckender Kuchen bereitet werde.

In den Bambuswäldern hat auch Hr. O. Neumann, als er sie nach Baron von Erlanger durchstreifte, eine grössere Sammlung zusammengebracht, so dass das folgende, die Vegetation dieser Formation zusammenfassende Verzeichniss ziemlich umfangreich ausfällt:

A. Bäume: *Brucea antidysenterica* Lam. (4—5^{m} hoch), *Bersama abyssinica* Fres. (3—5^{m}), *Buddleya polystachya* Fres. (bis 6^{m}), *Galiniera coffeoides* Delile (bis 5^{m}).

B. Sträucher: ***Rubus Erlangeri*** Engl. (eine sehr schöne Art mit unterseits filzigen Blättern, weissen Blüthen und gelben Früchten), *Sparmannia abyssinica* Hochst., *Hypericum lanceolatum* Lam. (bis 2^{m}), *Gnidia glauca* (Fres.) Gilg, *Jasminum abyssinicum* R. Br., *Vernonia podocoma* Sch. Bip. (1—3^{m} hoch).

C. Schling- und Kletterpflanzen: *Asparagus racemosus* Willd., *Urera hypselodendron* (Hochst.) Wedd., *Clematis simensis* Fres., *Hewittia kilimandscharica* (Engl.) Hallier f., *Microglossa volubilis* DC.

D. Stauden: *Nephrodium Schimperianum* (Hochst.), *Asplenium anisophyllum* Ktze. var. *aequilaterale* Hieron., ***Carex Kükenthalii*** K. Schum. und *C. Steudneri* Boeck, *Haemanthus* spec. (ähnlich *eurysiphon* Harms, 5^{dm} hoch, mit feuerrothen Blüthen), *Girardinia bullosa* (Hochst.) Wedd. (0.5—2^{m}), *Cyathula cylindrica* (Boj.) Moq., *Cerastium caespitosum* Gilib., *Lotus tigrensis* Bak., *Geranium simense* Hochst., ***Impatiens Perkinsiae*** Gilg, *Hypericum peplidifolium* A. Rich., *Viola abyssinica* A. Rich., *Sanicula europaea* L., ***Anagallis Ellenbeckii*** Engl., *Swertia kilimandscharica* Engl. (0.^{m}7 hoch), *Lippia adoensis* Hochst. (1—1.5^{m} hoch, besonders häufig), ***Micromeria Neumannii*** Gürke, ***Stachys sidamoensis*** Gürke, *Salvia nilotica* Vahl, *Melasma indicum* (Benth.) Wettst., *Orobanche minor* Sutton, *Isoglossa somaliensis* Lindau, *Wahlenbergia arguta* Hook. f. und *W. silenoides* Hochst., *Monopsis Schimperiana* Urb., *Lobelia cymbalarioides* Engl., *Helichrysum abyssinicum* Sch. Bip. (niedrig, buschig, mit gelben Köpfchen, in Lichtungen), *H. elegantissimum* DC. (bis 8^{dm} hoch, Prachtpflanze mit graufilzigen Blättern und rosafarbenen Blüthenköpfen). — An Bächen und im nassen Rasen wachsen vorzugsweise: *Eriocaulon Schimperi* Koernicke, *Kniphofia densiflora* Engl. (1^{m} hoch, mit citrongelben Blüthen), *Epipactis africana* Rendle (bis 2^{m} hoch, mit gelbgrünen, rosa angehauchten Blüthen), ***Stellaria Erlangeriana*** Engl., *Ranunculus pubescens* Thunb., *Geranium simense* Hochst., *Impatiens Hochstetteri* Warb. (6^{dm}, mit rosafarbenen Blüthen), *Alchimilla Fischeri* Engl., ***A. Ellenbeckii*** Engl., *Viola abyssinica* Steud., *Isoglossa somalensis* Lindau, *Acanthus eminens* C. B. Clarke, *Plantago palmata* Hook. f., *Gnaphalium unionis* Sch. Bip., *Carduus chamaecephalus* (Oliv. et Hiern) Vatke und *C. leptacanthus* Fres., *Centaurea abyssinica* Sch. Bip.

E. Epiphyten: *Polypodium lanceolatum* L. und *P. loxogramme* Mett., *Asplenium anisophyllum* Ktze. var. *microphyllum* Kuhn, *A. praemorsum* Sw., *Lycopodium phlegmaria* L. var. *longifolium* Spreng., *Pilotrichella imbricatula* C. Müll., *Palamocladium sericeum* (Hornsch.), *Radula recurvifolia* Steph., *Lejeunea xanthocarpa* L. et L. (letztere beiden auf *Arundinaria*).

Auf der eigentlichen Hochweide im Lande Dscham-Dscham, welche ziemlich feucht ist, wurden im Januar 1901 gesammelt:

Merendera abyssinica A. Rich., *Cerastium caespitosum* Gilib., *Ranunculus oreophytus* Delile und *R. stagnalis* Hochst., *Alchimilla cryptantha* Steud., *Trifolium Burchellianum* Sev., *Viola abyssinica* Steud., *Blaeria tenuipilosa* Engl., *Swertia pachysepala* Gilg, *Sw. Welwitschii* Engl., ***Micromeria Neumannii*** O. Hoffm., *Veronica abyssinica* Fres., *Hebenstreitia dentata* L., ***Celsia Ellenbeckii*** Engl., *Orobanche minor* Sutt., *Dipsacus pinnatifidus* Steud., *Lobelia rhynchopetalum* (Hochst.) Hemsl. (bis 3^{m} hoch, alles überragend), ***Vernonia Neumannii*** O. Hoffm., *Gnaphalium unionis* Sch. Bip., *Helichrysum elegantissimum* Sch. Bip. und *H. abyssinicum* Sch. Bip., *Anthemis abyssinica* J. Gay, *Arctotis Rüppellii* Sch. Bip., *Senecio myriocephalus* Sch. Bip., *Echinops Hoehnelii* Schweinf., *Guizotia Schultzii* Hochst., ***Cineraria gracilis*** O. Hoffm., *Lactuca glandulifera* Hook. f.

Wie fast überall im tropischen Afrika, findet sich auch hier auf der Hochweide *Myrsine africana* L. Auf dem Ackerland kommen *Senecio macropappus* Sch. Bip. und *Echinops Hoehnelii* Schwfth. vor.

Unterhalb der Bambuswälder, Hochweiden und Laubwälder von Djam-Djam trägt das zum Abera-See abfallende Land Uatadera sowie das südlich davon gelegene Gebiet längs des Sees Buschgrassteppe, aus welcher Hr. Oscar Neumann eine kleine, nur wenig Neuheiten enthaltende Sammlung mitgebracht hat.

Zwischen 2300^{m} und 1800^{m} finden sich:

Kalanchoë Neumannii Engl., *Desmodium scalpe* DC., *Hibiscus dongolensis* Delile, *Gnidia flava* (Rendle) Gilg, *Hypoestes triflora* (Forsk.) Nees und *H. verticillaris* (L.) Sol., *Thunbergia alata* Boj. und *Th. oblongifolia* Oliv., *Phaulopsis oppositifolius* (Wendl.) Lindau, *Coreopsis macrantha* Sch. Bip., *C. Buchneri* Klatt.

Gegen den Abbaja-See hinunter herrscht bis zu seinem etwa 1300^{m} ü. M. gelegenen Ufer, das überall von 6^{m} hohem Ambatsch, der *Aeschynomene elaphroxylon* (Guill. et Perr.) Taub. eingefasst ist, Buschsteppe, aus der folgende Arten mitgebracht wurden:

Triaspis auriculata Radlk., *Adenium obesum* (Forsk.) R. et Sch., *Rhynchosia flavissima* Hochst., *Vigna Neumannii* Harms, *Talinum cuneifolium* Willd., *Justicia Anselliana* (Nees) T. And. und *Barleria setigera* Rendle var. *brevispina* Clarke.

Hr. Oscar Neumann setzte seine Forschungsreise vom Ostufer des Abbaja-Sees südwärts am Ostufer des Gandjule-Sees fort, der von dem Abbaja-See nur durch eine schmale Landbrücke getrennt ist. Hier wurde merkwürdigerweise in einer schattigen Bachschlucht in einer Höhe von 1300^{m} ü. M. die sonst im Höhenwald vorkommende ***Canarina abyssinica*** Engl. angetroffen. Das Südufer des Gandjule-Sees ist von Grassteppe eingenommen, in welcher hier und da der weit verbreitete Steppenstrauch *Dichrostachys nutans* Benth. auftaucht. Auch wurden hier *Asystasia riparia* Lindau, *Striga grandiflora* Engl., *Pentanisia uranoscopa* S. Moore gesammelt.

Auf steinigem Gelände, welches an der Westseite des Gandjule-Sees zum Hochland von Gardulla aufsteigt, zeigten sich folgende Steppenpflanzen:

Digera alternifolia (L.) Aschers., *Kalanchoë deficiens* (Forsk.) Aschers. et Schwfth., *Hibiscus crassinervis* Hochst., *Coccinia moghadd* (Forsk.) Aschers., *Barleria capitata* Klotzsch und auch *Calpurnia aurea* (Lam.) Bak.

Die Expedition drang dann von Gardulla in nordwestlicher Richtung über die 2700–3000^{m} hohen Hochländer von Male, Uba, Gofa und Doko zum Omo und nach Überschreitung des letzteren nach Kaffa vor. Hierbei wurden die Thäler des Barssa, Senti und Erpino durchquert. Gesammelt wurde einiges am Senti; in dem Uferwald desselben bei 1400^{m} Höhe ü. M. *Combretum paniculatum* Vent., *Cleroden-*

dron discolor (Klotzsch) Vatke, *Grewia ferruginea* Rich. und *Gomphocarpus fruticosus* (L.) R. Br. var. *tomentosus* Burch.

An den von Uba zum Senti abfallenden steinigen Hängen fanden sich zwischen 2000ᵐ und 2600ᵐ *Gnidia involucrata* Steud., *Clerodendron cordifolium* Hochst., ***Ocimum Neumannii*** Gürke, eine schöne, durch lange Staubfäden ausgezeichnete Art, und *Barleria ventricosa* Hochst. Am Mole-Fluss wurde *Vernonia pauciflora* Less. constatirt.

Reicher sind die Sammlungen von den Hochländern Gardulla und Gofa, wo neben Resten von Gebirgsbusch mit *Sparmannia abyssinica* Hochst., *Impatiens tinctoria* A. Rich., *Pavonia Schimperiana* Hochst. und *Lobelia cymbalarioides* Engl. Hochweiden herrschen. Auf diesen wurden in einer Höhe von etwa 2800ᵐ ü. M. folgende Arten von Stauden constatirt:

Crassula abyssinica A. Rich., *Alepidea peduncularis* Steud., ***Pimpinella Neumannii*** Engl., *Cynoglossum coeruleum* Hochst. und *C. amplifolium* Hochst., *Micromeria ovata* (R. Br.) Benth., ein ausgebreiteter Halbstrauch, *Geniosporum affine* Gürke, *Lantana salviifolia* Jacq., *Cycnium Meyeri Johannis* Engl., *Hebenstreitia dentata* L., *Justicia rostellaria* Nees, *Isoglossa somalensis* Lindau, *Acanthus eminens* Clarke (diese prächtige Pflanze etwas tiefer, bei 2400—2600ᵐ), ***Oldenlandia Neumannii*** K. Schum., *Pentas Schimperi* (Rich.) Vatke, *Pterocephalus frutescens* Hochst., *Bothriocline Schimperi* var. *tomentosa* Oliv. et Hiern, *Senecio macropappus* Sch. Bip., *S. emilioides* Schwfth., *Coreopsis glaucescens* Oliv. et Hiern, *C. simplicifolia* (Vatke) Engl., *Guizotia Schultzii* Hochst.

Abgesehen von einigen Neuheiten ist auch diese Vegetation mit der der abyssinischen Dega sehr übereinstimmend.

In Uba wurden in einer Höhe von 2750ᵐ einige Arten des Gebirgsbusches gesammelt:

Maesa lanceolata Forsk., *Embelia Schimperi* Vatke, *Clerodendron myricoides* R. Br. *Galiniera coffeoides* Delile, *Cucumis metuliferus* E. Mey., *Asteracantha longifolia* (L.) Nees, *Thunbergia oblongifolia* Oliv.

Noch etwas reichlicheres Material liegt aus dem zwischen 2700ᵐ und 3000ᵐ ü. M. gelegenen Gebirgsbusch von Gofa vor:

Arisaema enneaphyllum Hochst., *Polygonum acuminatum* Hochst., *Impatiens micrantha* Hochst., ***Stachys sidamoensis*** Gürke, *Plectranthus punctatus* l'Hér., ***P. Neumannii*** Gürke, *Pentas longiflora* Oliv., ***Vernonia Erlangeriana*** O. Hoffm., ***Echinops Neumannii*** O. Hoffm.

Mehr in Lichtungen wachsen:

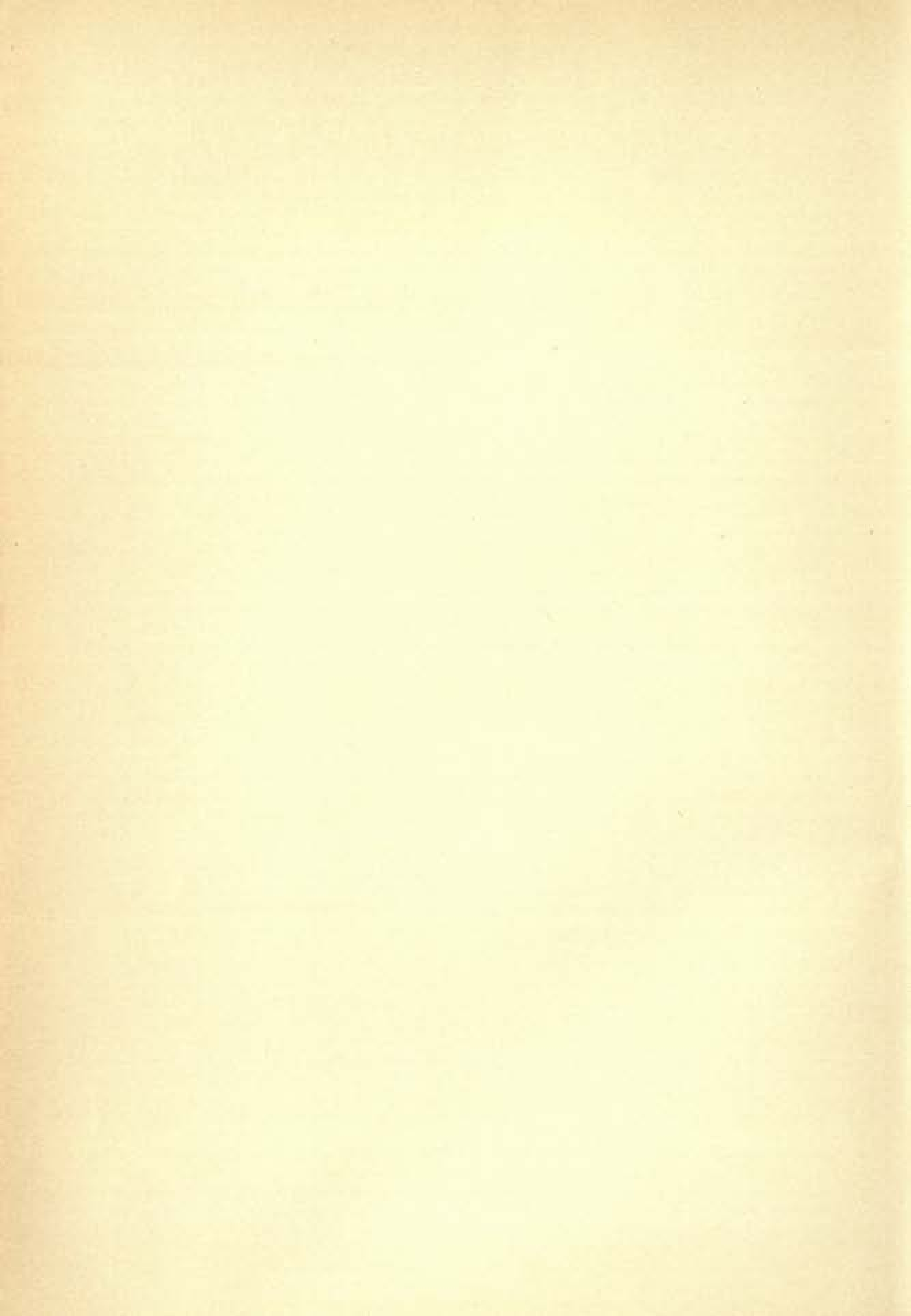
Satyrium breve Hochst., *Lissochilus Livingstonianus* Rchb., *Hibiscus diversifolius* Jacq.

Im Bezirk Doko wurden bei 2500ᵐ Höhe ü. M. auf sonnigen Plätzen *Eulophia guineensis* Lindl. und *Costus spectabilis* (Fenzl.) K. Schum. gesammelt.

Sehr zu bedauern ist, dass aus dem nördlich vom Omo gelegenen Gebirgsland Kaffa, in welchem nach O. Neumann's Reisebericht dichter Urwald, in den man nur mit der Axt eindringen kann, den ganzen südlichen Theil des Landes bedeckt, keine Sammlungen mitgebracht

wurden. Auch in dem weiter westlich gelegenen Lande der Schecho dehnt sich an beiden Ufern des Gelo dichter Urwald aus, in dem man täglich 6–8 Stunden Weg schlagen musste, um 3–4^{km} vorwärts zu kommen. Als Neumann an den herrlichen Cascaden des Gelo in der Kette von Gurafarda angelangt war, sah er von einem mit Bambus bewachsenen Hügel nach Westen die gewaltige Tiefebene des Sobat. Es wäre von grossem Interesse, die Flora dieser Urwälder mit der von Kalabat, des Ghasalquellengebietes und den Wäldern am Albert-See, welche neuerdings von Seiten der Engländer erforscht wurden, zu vergleichen. So zeigen denn auch die Forschungsreisen des verstorbenen Baron von Erlanger und Hrn. Oscar Neumann sowie die von Robecchi, Ruspoli, Donaldson Smith u. a. durch Somaliland und die Gallahochländer trotz ihrer in meinen beiden Abhandlungen niedergelegten reichen Ergebnisse für die Pflanzengeographie von Afrika, dass noch unendlich viel zu thun ist, bevor wir ein vollständiges Bild von der Vegetation des tropischen Afrika geben können.

Ausgegeben am 1. November.



1906.
XLI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. October. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Diels las Über den Wiener Platocodex W (Suppl. phil. gr. 7).

Die Hds. besteht aus: 1) dem alten Theil S. XI, 7 Tetralogien ausser Alkib. II; vorgesetzt als εἰσαγωγὴ von derselben Hand Ἀλβίνου πρόλογος (Archetypus); 2) der Fortsetzung S. XII, Clitophon, Respublica, Timaeus; 3) dem Anhang S. XII, Timaeus Locrus. Index f. 4 S. XII und Subscription S. XV des alten Theiles (1) f. 514^v werden erklärt. Abschriften von W: 1) Vatic. 1029 (r) S. XIII erster Band bis Phaedr. 249 D; 2) Lobcovicianus S. XV (nicht XII).

2. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff legte eine Mitteilung des Hrn. Prof. Dr. Fr. Freiherr Hiller von Gaertringen vor: Zeusaltar von Paros. (Ersch. später.)

Weihinschrift des 6. Jahrhunderts mit ritueller Vorschrift.

3. Hr. Sachau legte vor: Codex Borgia. Eine altmexikanische Bilderschrift der Bibliothek der Congregatio de Propaganda Fide. Herausgegeben auf Kosten des Herzogs von Loubat von Dr. E. Seler. Band 2. Tafel 29—76. Berlin 1906.

5. Ferner wurden zwei von der Akademie unterstützte Werke vorgelegt: Philonis Alexandrini opera quae supersunt. Vol. 5 ed. L. Cohn. Berolini 1906 und A. Fischer, Das deutsche evangelische Kirchenlied des 17. Jahrhunderts. Vollendet und herausgegeben von W. Tümpel. Bd. 3. Gütersloh 1906.

Ausgegeben am 1. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



THE DIRECTOR... OF ARCHAEOLOGY
Library Regr. No. 270/08
INDIA

1906.
XLII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

1. November. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

*Hr. Brunner las über das ehemännliche Tödtungsrecht bei den Germanen.

Die Abhandlung bespricht die eheherrliche Zucht- und Strafgewalt, insbesondere das Tödtungsrecht des Ehemanns bei handhaftem Ehebruch nach ost- und westgermanischen Rechten und mit Rücksicht auf die mittelbaren Einwirkungen der römischen lex Julia de adulteriis. Der Rechtssatz, dass die Tödtung der schuldigen Ehefrau nur dann straf- und busslos bleibe, wenn zugleich der Ehebrecher getödtet worden war, wird als ungermanisch nachgewiesen.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied in der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Friedrich Beilstein in St. Petersburg am 18. October durch den Tod verloren.

Zu correspondirenden Mitgliedern in der philosophisch-historischen Classe sind gewählt worden der Professor der Kirchengeschichte an der Universität Marburg D. Dr. Adolf Jülicher und der Professor der classischen Philologie an der Universität Göttingen Geheime Regierungsrath Dr. Friedrich Leo.

Geometrische Eigenschaften der Thetafunctionen von drei Veränderlichen.

Von F. Schottky.

(Vorgetragen am 18. October 1906 [s. oben S. 687].)

§ 1.

Zu einer gegebenen Gleichung ρten Ranges $G(x, y) = 0$ denken wir uns die ρ Integrale erster Gattung — die wir mit u bezeichnen — und auch das System der 4^{ρ} geraden und ungeraden Thetafunctionen aufgestellt. Wenn wir den Ausnahmefall bei Seite lassen, wo in dem System der Theta solche enthalten sind, die zugleich mit den Argumenten von höherer als der ersten Ordnung verschwinden, so fängt die Entwicklung einer ungeraden Function Θ_{α} stets mit einem linearen Gliede an. Es werde mit u_{α} dasjenige Integral erster Gattung bezeichnet, das aus diesem Anfangsgliede hervorgeht, indem man jedes Argument U durch das ihm entsprechende Integral u ersetzt. Von den Differentialen du_{α} verschwindet jedes in $\rho - 1$ Punkten von der zweiten Ordnung. Mit H_{α} bezeichnen wir rationale Functionen von (x, y), die den Differentialen du_{α} proportional sind.

Setzt man für jedes Argument eine Summe von n zugehörigen Integralen, deren untere Grenzen fest sind, die oberen: (x, y), (x', y') u. s. w. dagegen variabel, so geht jede aus den Thetafunctionen gebildete Abel'sche Function, speciell jedes Quadrat des Quotienten zweier Theta, über in eine rationale symmetrische Function sämmtlicher oberen Grenzen. Ist $n \geqq \rho$, so wird hierdurch die Veränderlichkeit der Argumente nicht beschränkt, und die symmetrischen Ausdrücke stellen Abel'sche Functionen von ρ unabhängigen Veränderlichen dar. An sich läge es am nächsten, für jedes Argument eine Summe von je ρ Integralen zu setzen. Aber es ist bekannt, dass die wirkliche Darstellung der symmetrischen Functionen sich einfacher gestaltet, wenn man für jedes U die Summe von $2\rho - 2$ Integralen setzt, deren untere Grenzen mit den Nullpunkten eines Differentials erster Gattung zusammenfallen.

Es ist ferner bekannt, dass nicht nur diejenigen algebraischen Ausdrücke von Interesse sind, die ABEL'schen Functionen von unabhängigen Argumenten entsprechen, sondern auch solche, und diese vielleicht in noch höherem Grade, die ABEL'sche Functionen von beschränkten Argumenten darstellen. Unter diesen beschränkten Werthsystemen der Variabeln erscheinen zwei besonders bemerkenswerth.

Einmal kann man für jedes Argument je ein zugehöriges Integral, mit willkürlicher oberer und unterer Grenze, (x, y) und (x', y'), einsetzen. Dadurch wird jedes ungerade $\Theta_\varkappa$ eine transcendente Function von (x, y), welche im Punkte (x', y') und den $\rho - 1$ Nullpunkten von $du_\varkappa$ verschwindet. Sie verschwindet aber in diesen Punkten nur von der ersten Ordnung, also nicht wie $du_\varkappa$, sondern wie $\sqrt{du_\varkappa}$.

Hieraus ergiebt sich, dass die Quadrate der ungeraden Theta sehr einfachen rationalen Ausdrücken proportional werden; man kann

$$\Theta^2_\varkappa = F \cdot S_\varkappa$$

setzen, wo

$$S_\varkappa = H_\varkappa(x, y) H_\varkappa(x', y')$$

ist. — Dadurch ist eine particuläre Lösung der Thetarelationen gegeben, allerdings nur derjenigen Relationen, die zwischen den ungeraden Theta bestehen. Diejenigen Ausdrücke $S_\varkappa$, die den geraden Theta entsprechen, werden viel complicirter und sind für $\rho > 3$ überhaupt noch nicht aufgestellt worden.

Eine zweite wichtige particuläre Lösung erhalten wir, wenn wir für jedes Argument U eine Summe von $\rho - 1$ entsprechenden Integralen einsetzen, deren untere Grenzen mit den $\rho - 1$ Nullpunkten eines Differentials du_0 zusammenfallen, das zu einer ungeraden Function Θ_0 gehört, während die oberen Grenzen willkürlich sind. Hierbei wird Θ_0 identisch 0, so dass die Gleichung $\Theta_0 = 0$ die Beschränkung darstellt, die in diesem Falle zwischen den Argumenten besteht.

Nun gilt Folgendes. Wenn wir von den Producten

$$w = \sqrt{H_\alpha H_\beta}$$

diejenigen in eine Gruppe $\varkappa$ zusammenfassen, bei denen die entsprechenden ungeraden Theta, Θ_α und Θ_β, aus einander durch eine und dieselbe halbe Periode $\varkappa$ hervorgehen — so dass $H_\beta = H_{\alpha\varkappa}$ gesetzt werden kann —, dann sind unter den Grössen w einer Gruppe genau $\rho - 1$ linear-unabhängig und ihre Verhältnisse natürlich rational. Es kann daher aus den Wurzelfunctionen einer Gruppe $\varkappa$ ein lineares Aggregat gebildet werden, das in $\rho - 2$ vorgeschriebenen Punkten P', P'' u. s. w. verschwindet. Wir wollen es mit $\sqrt{S_\varkappa}$ bezeichnen, da es die Quadratwurzel einer rationalen Function ist. $S_\varkappa$ ist vollständig

bestimmt, bis auf einen von (x, y) oder P und auch von den übrigen Punkten unabhängigen Factor, wenn wir die Bedingung hinzufügen, dass S_x ein alternirender Ausdruck in Bezug auf alle $\rho - 1$ Punkte sein soll. Nun gilt der Satz:

Wenn wir in den 4^ρ Functionen Θ für jedes Argument die Summe von $\rho - 1$ entsprechenden Integralen einsetzen, deren obere Grenzen die willkürlichen Punkte P, P', P'' u. s. f. sind, während die unteren mit den Nullpunkten des Differentials du_0 zusammenfallen, das zu einer ungeraden Function Θ_0 gehört, dann verschwindet Θ_0, und die übrigen werden — bei passender Bestimmung der constanten Factoren — den Ausdrücken $\sqrt{S_x}$ proportional. Wir können setzen:

$$\Theta_0 = 0,\ \Theta_{0x} = F \cdot \sqrt{S_x},$$

wenn wir mit Θ_{0x} dasjenige Theta bezeichnen, das aus Θ_0 durch die halbe Periode x entspringt.

Betrachten wir ferner die Wurzelfunctionen

$$W = \sqrt{H_\alpha H_\beta H_\gamma}.$$

Jedem solchen Product entspricht eine gerade oder ungerade Function Θ_x, die die Reihe Θ_α, Θ_β, Θ_γ schliesst, so dass aus allen vier Functionen sich eine Abel'sche Function der Classe bilden lässt. Wenn wir hier wieder in eine Gruppe x alle Grössen W aufnehmen, die zu derselben Function Θ_x gehören, so sind unter diesen Wurzelfunctionen $2\rho - 2$ linear unabhängig und ihre Verhältnisse rational. Wir können daher, wenn ausser P oder (x, y) noch $2\rho - 3$ willkürliche Punkte P', P'' u. s. f. gegeben sind, wiederum ein Aggregat der zu Θ_x gehörigen Wurzelfunctionen W bilden, $\sqrt{S_x}$, das in den Punkten P', P'' u. s. w. verschwindet, und S_x ist wieder bestimmt, bis auf einen von allen $2\rho - 2$ Punkten unabhängigen Factor, wenn wir zugleich fordern, dass der Ausdruck $\sqrt{S_x}$ ein alternirender sein soll in Bezug auf die $2\rho - 2$ Punkte P, P', P'' u. s. w. Setzen wir für jedes Argument die Summe von $2\rho - 2$ Integralen, deren obere Grenzen diese $2\rho - 2$ Punkte und deren untere Grenzen die Nullpunkte eines beliebigen Differentials erster Gattung sind, so wird ausnahmslos jedes Θ_x proportional dem entsprechenden Ausdruck $\sqrt{S}$ — vorausgesetzt, dass die constanten Factoren richtig gewählt sind.

Dieser zweite Satz ist allgemein bekannt und — mit der Beschränkung auf den Fall $\rho = 3$, die aber ohne Weiteres fortfallen kann — schon in Hrn. Weber's Theorie der Abel'schen Functionen vom Geschlecht 3, Berlin 1876, bewiesen. Für den ersten Satz ist ein kurzer Beweis vielleicht nicht unnöthig, wenn auch ein Theil davon in Riemann's Abhandlung enthalten ist.

Setzt man zunächst: $U = u - w$, indem man unter den w ein System von ρ willkürlichen Grössen versteht, so wird Θ_0 eine Function von x, y, die in ρ Punkten P', P'' u. s. w. verschwindet; und wenn man mit v', v'' u. s. w. die Werthe des Integrals u in diesen Punkten bezeichnet, so ist

$$w = \Sigma(v) - k,$$

wo jedes k von dem Grössensystem w unabhängig ist. Nun kann man aber für w den Werth von u in irgend einem festen Punkte P_0 setzen. Dann fällt von den ρ Punkten P', P'' u. s. f. der eine mit P_0 zusammen, die andern mit den Nullpunkten von du_0. Somit wird einer der ρ Werthe v mit w identisch, und die $\rho - 1$ übrigen werden gleich den Werthen a', a'' u. s. w., die u in den $\rho - 1$ Nullpunkten von du_0 hat. Hiernach ist:

$$k = \Sigma(a), \quad U = u + \Sigma(a) - \Sigma(v).$$

Lässt man jetzt (x, y) mit einem der ρ Punkte P', P'' u. s. w. zusammenfallen, so verschwindet Θ_0, und U wird gleich einer Summe von $\rho - 1$ Integralen, deren obere Grenzen die Nullpunkte von du_0 sind.

Die Grenzen können wir vertauschen; wir haben also zunächst den Satz:

Setzt man in der ungeraden Function Θ_0 für jedes Argument eine Summe von je $\rho - 1$ entsprechenden Integralen, deren untere Grenzen die Nullpunkte von du_0 sind, so verschwindet Θ_0. Die oberen Grenzen sind hierbei ganz willkürlich.

Um die algebraischen Ausdrücke zu erhalten, denen bei dieser Annahme über die Argumente die übrigen Theta proportional werden, wählen wir neben Θ_0 noch eine zweite ungerade Thetafunction aus, die wir ohne Index lassen; das zugehörige Differential sei du.

Ferner nehmen wir einen der oberen Grenzpunkte, (x, y) oder P, als veränderlich, die übrigen: P' u. s. w. als fest an. Die Werthe von u in diesen $\rho - 2$ festen Punkten wollen wir wieder allgemein mit v, und die in den $\rho - 1$ Nullpunkten von du_0 wieder mit a bezeichnen. Endlich sei $\Theta_{0\varkappa}$ dasjenige Theta, das aus Θ_0 durch irgend eine halbe Periode $\varkappa$ entspringt.

Bilden wir bei diesen Annahmen:

$$\frac{\Theta_{0\varkappa}(U)\Pi\Theta(u-v)}{\Pi\Theta(u-a)} = Q_\varkappa,$$

wobei U die Summe der $\rho - 1$ Integrale, also

$$U = u + \Sigma v - \Sigma a$$

ist. $Q_\varkappa$ ist keine rationale Function von x, y — abgesehen von dem Fall, wo $\Theta_{0\varkappa}$ mit Θ identisch ist —, wird aber in eine rationale übergeführt durch Multiplication mit

$$\frac{\Theta(u-u')\Theta_0(u-u')}{\Theta_a(u-u')\Theta_{a\kappa}(u-u')},$$

vorausgesetzt, dass wir unter Θ_a, $\Theta_{a\kappa}$ zwei Functionen verstehen, die durch die halbe Periode κ in einander übergehen. Wir nehmen Θ_a und $\Theta_{a\kappa}$ als ungerade an. Dann ist der zuletzt angegebene Quotient bis auf einen constanten Factor identisch mit

$$\sqrt{\frac{du\,du_0}{du_a\,du_{a\kappa}}}.$$

Folglich ist

$$Q_\kappa\sqrt{\frac{du\,du_0}{du_a\,du_{a\kappa}}}$$

eine rationale Function von x, y.

Aus dem Ausdruck von Q_κ geht unmittelbar hervor, dass Q_κ nur unendlich wird, von der ersten Ordnung, in den Nullpunkten von du und du_0, und in den $\rho-2$ festen Punkten verschwindet. Demnach ist

$$Q_\kappa\sqrt{du\,du_0}$$

ein Differential, das nie unendlich wird, das in den Punkten P', P'' u. s. w. verschwindet, und das sich von $\sqrt{du_a du_{a\kappa}}$ nur um einen rationalen Factor unterscheidet. Das Differential ist durch diese Bedingungen algebraisch bestimmt, es ist dem definirten Ausdruck S_κ proportional. Da andrerseits Q_κ proportional $\Theta_{0\kappa}$ ist, so ist der erste Satz hiermit bewiesen.

§ 2.

Ich komme jetzt zu dem eigentlichen Thema dieser Arbeit. Es handelt sich um die Darstellung der algebraischen Functionen $\sqrt{S_\kappa}$, und zwar durch Ausdrücke, deren jeder für sich eine unmittelbare Bedeutung hat. Diese Aufgabe ist angefangen in meiner Arbeit: Abriss einer Theorie der Abel'schen Functionen von drei Variabeln, Leipzig, 1880, aber dort höchstens zur Hälfte durchgeführt.

Wollte man die Gleichung der Curve vierter Ordnung als Grundgleichung annehmen, in homogenen Coordinaten, $M(X, Y, Z) = 0$, dann wären allerdings die 28 Grössen H_κ nur lineare homogene Functionen von X, Y, Z; und da H_κ in zwei Punkten von der zweiten Ordnung verschwindet, so sind $H_\kappa = 0$ die Gleichungen der 28 Doppeltangenten der Curve. Diese linearen Ausdrücke stehen demnach zwar in einer wichtigen Beziehung zur Curve $M = 0$, aber, jeder für sich betrachtet, unabhängig von der Curve, sind sie nicht einfach zu definiren. Anders verhält es sich, wenn man die Curve sechsten Grades

$L(x, y, z) = 0$ zu Grunde legt, die ich in der citirten Arbeit in die Theorie eingeführt habe.

Zunächst ist zu bemerken, dass zwischen den beiden Functionen L und M ein enger Zusammenhang besteht. Ist $M(X, Y, Z)$ eine beliebige ganze homogene Function vierten Grades der unabhängigen Veränderlichen X, Y, Z, so lässt sich die Gleichung

$$L^2 = M(X, Y, Z)$$

rational auflösen, und zwar dadurch, dass man für X, Y, Z homogene cubische Functionen von drei unabhängigen Veränderlichen x, y, z, für L ihre Functionaldeterminante einsetzt. (Einen speciellen Fall dieser Aufgabe bietet das bekannte Dreiecksproblem.)

Dies wird am leichtesten bewiesen, wenn man sich die Gleichung $M = 0$ auf die irrationale Form gebracht denkt:

$$\sqrt{A} + \sqrt{B} + \sqrt{C} = 0,$$

wo A, B, C Producte je zweier linearer Functionen von X, Y, Z sind. $M(X, Y, Z)$ ist dann, bei unabhängigen Werthen von X, Y, Z, identisch mit der Norm des Ausdrucks:

$$M(X, Y, Z) = A^2 + B^2 + C^2 - 2AB - 2AC - 2BC.$$

Nun seien U, U_1, V, V_1, W, W_1 die Linearfactoren von A, B, C:

$$A = UU_1, \quad B = VV_1, \quad C = WW_1.$$

Bestimmen wir drei Grössen x, y, z durch die Gleichungen

$$Ux + Vy + Wz = 0,$$
$$\frac{U_1}{x} + \frac{V_1}{y} + \frac{W_1}{z} = 0,$$

so sind dies in Bezug auf X, Y, Z lineare Gleichungen; sie lassen sich daher nach X, Y, Z dadurch auflösen, dass man X, Y, Z homogenen ganzen Functionen dritten Grades von x, y, z proportional setzt; wir können X, Y, Z diesen cubischen Formen direct gleich annehmen. Aus der zweiten Gleichung geht hervor, dass alsdann U_1 eine durch x theilbare cubische Function wird.

Eliminirt man aber z und löst die resultirende Gleichung

$$VU_1\frac{y}{x} + UV_1\frac{x}{y} + A + B - C = 0$$

nach y auf, so ergiebt sich:

$$2V\frac{U_1}{x}y + A + B - C = \sqrt{M}.$$

Es wird daher $\sqrt{M}$ mit einer ganzen Function sechsten Grades der unabhängigen Veränderlichen x, y, z identisch. Dies ist die Function L.

Dass L die Functionaldeterminante von X, Y, Z ist, ist unmittelbar zu erkennen, wenn man die identische Gleichung $L^2 = M$ nach x, y, z differenzirt:

$$L\frac{\partial L}{\partial x} = \frac{\partial M}{\partial X}\frac{\partial X}{\partial x} + \text{u. s. w.}$$

$$L\frac{\partial L}{\partial y} = \frac{\partial M}{\partial X}\frac{\partial X}{\partial y} + \text{u. s. w.},$$

u. s. f. Ist $L = 0$, so muss auch die Functionaldeterminante verschwinden, und da beide Functionen von gleichem Grade sind, so ist L bis auf einen constanten Factor mit der Determinante identisch.

Die identische Gleichung $Ux + Vy + Wz = 0$ sagt aus, dass in den neun gemeinsamen Schnittpunkten der Curven $U = 0$, $V = 0$ auch Wz verschwindet. Die Gerade $z = 0$ kann nur durch zwei dieser Schnittpunkte hindurchgehen. Es haben demnach U, V, W — somit auch die cubischen Functionen X, Y, Z — sieben gemeinsame Schnittpunkte, die wir durch die Zahlen 1 bis 7 bezeichnen.

X, Y, Z sind zwar rationale Functionen von x, y, z, aber die Verhältnisse von x, y, z lassen sich im Allgemeinen nicht rational durch X, Y, Z ausdrücken, sondern nur durch X, Y, Z und $\sqrt{M}$. Nur wenn M, und damit zugleich auch L, gleich 0 ist, fallen die beiden Lösungen zusammen, so dass die beiden Curven $L = 0$, $M = 0$ sich punktweise rational entsprechen.

Führt man nun die neuen Veränderlichen x, y, z ein, so sind die $H_\varkappa$ nicht mehr lineare Ausdrücke, sondern cubische Functionen von x, y, z, die aber sieben gemeinsame Nullpunkte haben. Und zwar sind es besondere Functionen dieser Beschaffenheit. Alle bis auf sieben zerfallen in Factoren, auf die sich die sieben Nullpunkte vertheilen. Auch die nicht zerfallenden haben eine einfache Definition: sie verschwinden in je einem der Grundpunkte von der zweiten Ordnung.

Um die Identität der 28 Functionen H mit diesen Ausdrücken zu zeigen, bezeichnen wir mit $\varkappa, \lambda$ irgend zwei der sieben Grundpunkte und bilden zunächst die lineare Function $F_{\varkappa\lambda}$, die in $\varkappa, \lambda$, und die quadratische $G_{\varkappa\lambda}$, die in den fünf übrigen Punkten verschwindet. Wir setzen dann

$$F_{\varkappa\lambda} G_{\varkappa\lambda} = H_{\varkappa\lambda}$$

und bezeichnen ausserdem mit $H_\varkappa$ diejenige cubische Function, die ebenso wie $H_{\varkappa\lambda}$ in allen sieben Punkten verschwindet, aber im Punkte $\varkappa$ von der zweiten Ordnung.

Wenn man nun x, y, z nicht als unabhängige Veränderliche ansieht, sondern als durch die Gleichung $L = 0$ verbundene Grössen,

so besteht zwischen den beiden Factoren von $H_{\varkappa\lambda}$ die merkwürdige Beziehung

$$\frac{G_{\varkappa\lambda}}{F_{\varkappa\lambda}}=\frac{\sqrt[3]{R}}{H_\varkappa H_\lambda},$$

wobei R das Product der Functionen $H_1, H_2 \cdots H_7$ bedeutet (vergl. Sitzungsberichte 1903, S. 980). Es folgt hieraus:

$$F_{\varkappa\lambda}=\frac{\sqrt{H_\varkappa H_\lambda H_{\varkappa\lambda}}}{\sqrt[6]{R}}$$

$$G_{\varkappa\lambda}=\sqrt[6]{R}\sqrt{\frac{H_{\varkappa\lambda}}{H_\varkappa H_\lambda}}.$$

Daraus ergeben sich einerseits verschiedene Formen der Gleichung $L=0$, andrerseits auch die irrationalen Formen der Gleichung $M=0$. Denn da z. B. zwischen F_{17}, F_{27}, F_{37} eine lineare Gleichung besteht, so hat man damit zugleich eine lineare Gleichung zwischen

$$\sqrt{H_1 H_{17}}, \sqrt{H_2 H_{27}}, \sqrt{H_3 H_{37}}.$$

Es sind demnach $H_\varkappa=0$, $H_{\varkappa\lambda}=0$ wirklich die Gleichungen der 28 Doppeltangenten, wenn man $H_\varkappa$ und $H_{\varkappa\lambda}$ als lineare Functionen von X, Y, Z darstellt.

Wenn man nun die erste Annahme macht, bei der jedes Argument gleich einem Integral ist, mit der unteren Grenze x', y', z' und der oberen x, y, z, so werden die Abel'schen Functionen, die aus den ungeraden Theta zusammengesetzt sind, sehr einfache Functionen von x, y, z und x', y', z'; sie sind nicht nur rational, sondern erscheinen auch unmittelbar in rationaler Form. Jedem $H_\varkappa$ und $H_{\varkappa\lambda}$ entspricht eine ungerade Function $\Theta_\varkappa$ oder $\Theta_{\varkappa\lambda}$, und es ist z. B.

$$\frac{\Theta_1\Theta_{13}}{\Theta_2\Theta_{23}} \text{ mit } \frac{F_{13}}{F_{23}},$$

$$\frac{\Theta_{12}\Theta_{34}}{\Theta_5\Theta_{67}} \text{ mit } \frac{F_{12}F_{34}}{G_{67}},$$

$$\frac{\Theta_{13}\Theta_{23}}{\Theta_1\Theta_2} \text{ mit } \frac{F_{13}G_{23}}{H_1}$$

bis auf einen von x, y, z unabhängigen Factor identisch.

Das System hat 63 halbe Perioden. Sie lassen sich — den sieben Grundpunkten entsprechend, aus sieben: 1, 2 ... 7, durch Combination zusammensetzen, und da die Summe der sieben halben Perioden eine ganze ist, so haben wir nur die Combinationen erster, zweiter und dritter Ordnung zu bilden. Sind $\varkappa, \lambda, \mu$ verschiedene Zahlen der Reihe 1 bis 7, so ist $\varkappa$ diejenige halbe Periode, die Θ_λ in $\Theta_{\varkappa\lambda}$ über-

führt. Durch $\varkappa\lambda$ geht $\Theta_{\varkappa\mu}$ in die gleichfalls ungerade Function $\Theta_{\lambda\mu}$ über, dagegen Θ_{μ} in die gerade Function $\Theta_{\varkappa\lambda\mu}$, und $\Theta_{\varkappa\lambda}$ geht durch die halbe Periode $\varkappa\lambda$ über in die gerade Function Θ, die ohne Index bleibt.

Gehen wir jetzt zu der zweiten Annahme über, wo jedes Argument dargestellt ist durch die Summe zweier Integrale, deren obere Grenzen x, y, z und x', y', z' sind, während die unteren mit den Berührungspunkten irgend einer Doppeltangente $H_0 = 0$ der Curve vierter Ordnung zusammenfallen. Die dieser Doppeltangente entsprechende ungerade Function Θ_0 ist dann gleich 0. Ist aber m irgend eine der 63 halben Perioden und bildet man die aus Θ_0 durch die halbe Periode m hervorgehende Function Θ_{0m}, dann setzt sich der entsprechende Ausdruck $\sqrt{S_m}$, betrachtet als abhängig von x, y, z, linear zusammen aus zwei Ausdrücken

$$\sqrt{H_a H_{am}} \text{ und } \sqrt{H_b H_{bm}},$$

die zu derselben Periode m gehören.

Die beiden Coefficienten sind so zu bestimmen, dass der Ausdruck verschwindet für $(x, y, z) = (x', y', z')$, und dass er alternirend wird in Bezug auf beide Punkte.

Wegen der vollkommenen Symmetrie in Bezug auf alle Grundpunkte genügt es, S_1, S_{12} und S_{123} zu bilden. Wir setzen an:

$$\sqrt{S_1} = A\sqrt{H_2 H_{12}} + B\sqrt{H_3 H_{13}},$$
$$\sqrt{S_{12}} = A'\sqrt{H_1 H_2} + B'\sqrt{H_{13} H_{23}},$$
$$\sqrt{S_{123}} = A''\sqrt{H_1 H_{23}} + B''\sqrt{H_2 H_{13}}.$$

Vermöge der aufgestellten Grundformeln

$$\sqrt{H_\varkappa H_\lambda H_{\varkappa\lambda}} = \sqrt[6]{R}F_{\varkappa\lambda},$$
$$\sqrt{\frac{H_{\varkappa\lambda}}{H_\varkappa H_\lambda}} = \frac{G_{\varkappa\lambda}}{\sqrt[6]{R}}$$

gehen diese Ausdrücke über in:

$$\sqrt{S_1} = \frac{\sqrt[6]{R}}{\sqrt{H_1}}(AF_{12} + BF_{13}),$$
$$\sqrt{S_{12}} = \sqrt{\frac{H_2}{H_1}}(A'H_1 + B'F_{13}G_{23}),$$
$$\sqrt{S_{123}} = \frac{\sqrt{H_1 H_2 H_3}}{\sqrt[6]{R}}(A''G_{23} + B''G_{13}).$$

Von den eingeklammerten Ausdrücken, die sämtlich im Punkte (x', y', z') oder P' verschwinden, ist der erste eine lineare Function von x, y, z, die auch im Punkte 1 verschwindet. Er ist daher, bis auf einen von (x, y, z) unabhängigen Factor, identisch mit

$$\begin{vmatrix} x & y & z \\ x' & y' & z' \\ a_1 & b_1 & c_1 \end{vmatrix} = F_1 .$$

Wir setzen zur Abkürzung:

$$H_\alpha(x, y, z) H_\alpha(x', y', z') = \phi_\alpha \qquad (\alpha = 1, 2 \dots 7),$$

und:

$$\prod_{\alpha=1}^{7}(\phi_\alpha) = \phi .$$

Auf die constanten, d. h. von beiden Punkten P und P' unabhängigen Factoren kommt es uns nicht an. Da aber $\sqrt{S_1}$ alternirend sein soll, so haben wir zu setzen:

$$\sqrt{S_\alpha} = \frac{\sqrt[6]{\phi}}{\sqrt{\phi_\alpha}} F_\alpha \qquad (\alpha = 1, 2 \dots 7) .$$

Der zweite von den eingeklammerten Ausdrücken ist eine ganze Function dritten Grades, die im Punkte 1 von der zweiten Ordnung verschwindet, ausserdem von der ersten Ordnung in P' und in fünf der übrigen Grundpunkte, aber nicht im Punkte 2. Dies giebt neun Bedingungen für die zehn Coefficienten der cubischen Form. Die Function, die ihnen genügt, dargestellt in Determinantenform, also alternirend in Bezug auf beide Punkte, nennen wir $H_{1,2}$. Dann ist:

$$\sqrt{S_{12}} = \sqrt{\frac{\phi_2}{\phi_1}} H_{1,2} .$$

In der dritten Gleichung endlich wird die Bildung einer quadratischen Function gefordert, die im Punkte P' und den vier von 1, 2, 3 verschiedenen Grundpunkten verschwindet. Es ist demnach die quadratische Determinante zu bilden, deren Verschwinden aussagt, dass P, P' und die von 1, 2, 3 verschiedenen Grundpunkte auf einem Kegelschnitt liegen. Nennen wir diese G_{123}, so ist

$$\sqrt{S_{123}} = \frac{\sqrt{\phi_1 \phi_2 \phi_3}}{\sqrt[6]{\phi}} G_{123} .$$

Allen diesen Funktionen: F_1, $H_{1,2}$ und G_{123} stehen aber ergänzende gegenüber, die zum Theil von höherem Grade sind. Zunächst können

wir in dem Ausdruck von $\sqrt{S_{12}}$ die Punkte 1 und 2 vertauschen. Wir erhalten so:

$$\sqrt{S_{12}} = \sqrt{\frac{\phi_1}{\phi_2}} H_{2,1}.$$

Daraus folgt, dass S_{12} selbst sich in der Form darstellt:

$$S_{12} = H_{1,2} H_{2,1},$$

also als ganze Function sechsten Grades von x, y, z, die in P' und allen sieben Grundpunkten von der zweiten Ordnung verschwindet.

Dass sich S_{12}, und überhaupt jedes S_m, auf diese Form bringen lässt, war von vornherein klar. Denn $\sqrt{S_m}$ setzt sich zusammen aus

$$\sqrt{H_a H_{am}} \text{ und } \sqrt{H_b H_{bm}}$$

und die Quadrate sowie das Product dieser beiden Grössen sind ausdrückbar als ganze quadratische Functionen von X, Y, Z. Es war aber nicht von vornherein zu sehen, dass diese quadratischen Formen in Factoren zerfallen, wenn man X, Y, Z durch die Variabeln x, y, z ausdrückt; gerade dies bildet den Hauptpunkt der vorliegenden Betrachtung.

Auch die Ausdrücke für $\sqrt{S_1}$ und $\sqrt{S_{123}}$ lassen folgende Umgestaltung zu:

$$\sqrt{S_1} = \frac{\sqrt{H_1}}{\sqrt[6]{R}} (AH_2 G_{12} + BH_3 G_{13}),$$

$$\sqrt{S_{123}} = \frac{\sqrt[6]{R}}{\sqrt{H_1 H_2 H_3}} (A'' H_1 F_{23} + B'' H_2 F_{13}).$$

Demnach ist zu setzen:

$$\sqrt{S_1} = \frac{\sqrt{\phi_1}}{\sqrt[6]{\phi}} K_1,$$

$$\sqrt{S_{123}} = \frac{\sqrt[6]{\phi}}{\sqrt{\phi_1 \phi_2 \phi_3}} J_{123},$$

wo K_1 und J_{123} wiederum alternirende Ausdrücke sind, K_1 in Bezug auf x, y, z vom fünften, J_{123} vom vierten Grade. Und zwar ist $K_1 = 0$ die Bedingung, dass eine Curve fünften Grades existirt, die durch P, P' und 1 einfach hindurchgeht, die sechs übrigen Grundpunkte aber zu Doppelpunkten hat. $J_{123} = 0$ sagt aus, dass eine Curve vierten Grades existirt, die durch P, P' und alle Grundpunkte hindurchgeht, dabei aber 1, 2 und 3 zu Doppelpunkten hat.

Wir haben nun:

$$S_1 = F_1 K_1,$$
$$S_{12} = H_{1,2} H_{2,1},$$
$$S_{123} = G_{123} J_{123}$$

und damit ist eine gemeinsame Definition der Ausdrücke S_m gewonnen, welche gilt, auch wenn x, y, z; x', y', z' als unabhängige Grössen angesehen werden:

Unter den ganzen symmetrischen Functionen von (x, y, z) und (x', y', z') die, als abhängig von dem einen Punkt betrachtet, vom sechsten Grade sind und in dem andern sowie in den sieben Grundpunkten von der zweiten Ordnung verschwinden, sind zwar unendlich viele zerfallende, nämlich die, welche sich als zerfallende quadratische Functionen von

$$A = YZ' - ZY', \quad B = ZX' - XZ', \quad C = XY' - YX'$$

darstellen lassen. Abgesehen von diesen giebt es aber 63 andere, die gleichfalls zerfallen, und das sind die Functionen S_m.

Da $\sqrt{S_1}$ gleichzeitig durch die beiden Ausdrücke

$$\frac{\sqrt{\phi_1}}{\sqrt[6]{\phi}} K_1 \quad \text{und} \quad \frac{\sqrt[6]{\phi}}{\sqrt{\phi_1}} F_1$$

dargestellt ist, so ergiebt sich:

$$\frac{K_\alpha}{F_\alpha} = \frac{\sqrt[3]{\phi}}{\phi_\alpha}.$$

Ganz ebenso ist:

$$\frac{H_{\alpha,\beta}}{H_{\beta,\alpha}} = \frac{\phi_\alpha}{\phi_\beta},$$
$$\frac{J_{\alpha\beta\gamma}}{G_{\alpha\beta\gamma}} = \frac{\phi_\alpha \phi_\beta \phi_\gamma}{\sqrt[3]{\phi}}.$$

Diese Gleichungen zwischen den Factoren einer und derselben Function S_m entsprechen der Gleichung, die zwischen den beiden Factoren von $H_{\alpha\beta}$ besteht und können als Erweiterung derselben bezeichnet werden. Sie dienen dazu, die aus den Theta gebildeten Abel'schen Functionen, die ja rationale Functionen von (x, y, z), (x', y', z') sind, auch direct in rationaler Form darzustellen; z. B.:

$$\frac{\Theta_{02}\Theta_{012}}{\Theta_{03}\Theta_{013}} = \frac{F_2 H_{1,2}}{F_3 H_{1,3}}.$$

Damit ist die Aufgabe gelöst: die Relationen zwischen den Thetafunctionen von drei Variabeln aufzulösen unter der Annahme, dass ein Theta gleich 0 gesetzt wird. Eine andere Lösung derselben Auf-

gabe — sie bezieht sich auf das System der Flächen vierten Grades mit sieben festen Doppelpunkten — habe ich in einer früheren Arbeit gegeben (CRELLE's Journal Bd. 105).

§ 3.

Gehen wir jetzt zu dem Fall über, wo die Argumente der Theta gar nicht beschränkt sind und jedes Argument als Summe von vier Integralen zu denken ist. Die oberen Grenzen seien P, P', P'', P''', die unteren identisch mit den Nullpunkten eines Differentials erster Gattung du.

In diesem Fall ist jede der 64 Functionen Θ_m proportional einer algebraischen Function $\sqrt{S_m}$, die alternirend ist in Bezug auf die vier Punkte und demnach verschwindet, wenn zwei Punkte zusammenfallen. Als abhängig betrachtet von der Lage des einen Punktes P, ist $\sqrt{S_m}$ darstellbar als lineares Aggregat von vier Producten

$$\sqrt{H_\alpha H_\beta H_\gamma},$$

deren Indices so zu wählen sind, dass die zu $\Theta_\alpha, \Theta_\beta, \Theta_\gamma$ gehörige ergänzende Function $\Theta_{\alpha\beta\gamma}$ mit Θ_m identisch ist.

Wir beschränken uns auf den Fall, wo Θ_m eine der 28 ungeraden Functionen ist. Dann können wir drei der vier Producte in der Form annehmen:

$$H_\alpha \sqrt{H_m}$$

und demnach dem Ausdruck $\sqrt{S_m}$ die Form geben:

$$\sqrt{S_m} = H\sqrt{H_m} + c\sqrt{H_\alpha H_\beta H_\gamma} \quad (\Theta_{\alpha\beta\gamma} = \Theta_m),$$

wobei c eine Constante bedeutet, H eine cubische Function, die in allen Grundpunkten verschwindet.

Der Index m kann ein- oder zweigliedrig sein. Wir setzen demnach $m = 1$ oder $m = 12$.

Im ersten Fall können wir als letztes Glied des Ausdrucks wählen:

$$Q = \sqrt{H_2 H_{13} H_{23}},$$

im zweiten:

$$Q' = \sqrt{H_2 H_3 H_{13}}.$$

Nun ist aber Q identisch mit

$$\sqrt{H_1}\sqrt{\frac{H_{13}}{H_1 H_3}}\sqrt{H_2 H_3 H_{23}} = \sqrt{H_1}\, G_{13} F_{23}$$

und auch mit:

$$\frac{H_2}{\sqrt{H_1}}\sqrt{H_1 H_3 H_{13}}\sqrt{\frac{H_{23}}{H_2 H_3}} = \frac{H_2 F_{13} G_{23}}{\sqrt{H_1}}.$$

Dadurch ergeben sich für $\sqrt{S_1}$ zwei verschiedene Formen:

$$\sqrt{S_1} = \sqrt{H_1}(H + cG_{13}F_{23})$$

und

$$\sqrt{S_1} = \frac{HH_1 + cH_2F_{13}G_{23}}{\sqrt{H_1}}.$$

Der ersten Gleichung zufolge wird $\sqrt{S_1}$ dargestellt als Product von $\sqrt{H_1}$ mit einer ganzen Function dritten Grades, die in allen Grundpunkten verschwindet, mit Ausnahme des Punktes 1. Der zweiten Gleichung nach ist $\sqrt{S_1}$ ein Quotient mit dem Nenner $\sqrt{H_1}$; der Zähler ist eine ganze Function sechsten Grades, die im Punkte 1 von der dritten, in den übrigen Grundpunkten von der zweiten Ordnung verschwindet.

Zu diesen Nullpunkten kommen noch die Punkte P', P'', P'''; dadurch sind beide Ausdrücke bestimmt bis auf constante Factoren. Wir wollen diese Ausdrücke mit L_1 und M_1 bezeichnen.

Wir dürfen zugleich L_1 und M_1 als alternirend annehmen in Bezug auf die vier Punkte, müssen aber dann, damit auch $\sqrt{S_1}$ alternirend ist, zu $\sqrt{H_1}$ noch das Product der drei Werthe hinzufügen, die diese Function in den Punkten P', P'', P''' hat. Wir führen demnach ein, ähnlich wie vorhin:

$$H_a(x, y, z) \cdots H_a(x''', y''', z''') = \psi_a \qquad (a = 1, 2 \cdots 7)$$

und:

$$\prod_{a=1}^{7} (\psi_a) = \psi.$$

Wir haben dann:

$$\sqrt{S_a} = \sqrt{\psi_a}\, L_a = \frac{M_a}{\sqrt{\psi_a}} \qquad (a = 1, 2 \cdots 7).$$

Die alternirenden ganzen Functionen L_a und M_a, von denen L_a in Bezug auf x, y, z vom dritten, M_a vom sechsten Grade ist, sind demnach verbunden durch die Gleichung

$$\frac{M_a}{L_a} = \psi_a,$$

allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die vier Punkte auf der Curve $L = 0$ liegen, und S_a selbst wird dargestellt durch das Product:

$$S_a = L_a M_a,$$

also als ganze Function neunten Grades von x, y, z, die in den Punkten P', P'', P''' von der zweiten, in den sieben Grundpunkten von der dritten Ordnung verschwindet.

Nehmen wir jetzt $m = 12$ und betrachten das mit Q' bezeichnete Product. Dies lässt sich auf die beiden Formen bringen:

$$\frac{H_2 \cdot \sqrt{H_1 H_3 H_{13}}}{\sqrt{H_1 H_2}} = \frac{\sqrt[6]{R}}{\sqrt{H_1 H_2}} H_2 F_{13},$$

und

$$\sqrt{H_1 H_2 H_3} \sqrt{\frac{H_{13}}{H_1 H_3}} = \frac{\sqrt{H_1 H_2}}{\sqrt[6]{R}} H_3 G_{13}.$$

Dem entsprechend haben wir wieder zwei Formen für $\sqrt{S_{12}}$:

$$\sqrt{S_{12}} = \frac{\sqrt[6]{R}}{\sqrt{H_1 H_2}} (HF_{12} + cH_2 F_{13})$$

und:

$$\sqrt{S_{12}} = \frac{\sqrt{H_1 H_2}}{\sqrt[6]{R}} (HG_{12} + cH_3 G_{13}).$$

Von den beiden hier auftretenden ganzen Functionen ist die erste vom vierten Grade und verschwindet in den Punkten 1, 2 von der zweiten Ordnung, in den fünf übrigen Grundpunkten einfach. Dagegen ist die zweite vom fünften Grade und verschwindet in den Punkten 1, 2 einfach, in den übrigen doppelt. Fügen wir die Nullpunkte P', P'', P''' hinzu, so kommen wir wieder zu algebraisch bestimmten ganzen alternirenden Ausdrücken, die wir mit L_{12} und M_{12} bezeichnen, und wir haben:

$$\sqrt{S_{\alpha\beta}} = \frac{\sqrt[6]{\Psi}}{\sqrt{\Psi_\alpha \Psi_\beta}} L_{\alpha\beta},$$
$$= \frac{\sqrt{\Psi_\alpha \Psi_\beta}}{\sqrt[6]{\Psi}} M_{\alpha\beta}.$$

Daraus folgt wieder:

$$S_{\alpha\beta} = L_{\alpha\beta} M_{\alpha\beta}$$
$$\frac{M_{\alpha\beta}}{L_{\alpha\beta}} = \frac{\sqrt[3]{\Psi}}{\Psi_\alpha \Psi_\beta}.$$

Die Quadrate aller ungeraden Theta sind hiernach proportional gesetzt ganzen und symmetrischen Functionen der vier Werthsysteme x, y, z; x', y', z' u. s. w. Diese sind zwar durch die Gleichung $L = 0$ verbunden, aber die Ausdrücke sind so zu bilden, als ob es unabhängige Werthsysteme wären. Als abhängig von x, y, z betrachtet, sind sie vom neunten Grade und verschwinden von der zweiten Ordnung

in den Punkten x', y', z' u. s. w., von der dritten in den sieben Grundpunkten. Wie leicht zu sehen, sind die 28 Ausdrücke S_m die einzigen der definirten Art, die in alternirende Factoren zerfallen, und zwar sind diese Factoren entweder vom dritten und sechsten oder vom vierten und fünften Grade. Geometrisch ist hiernach die Bedingung, der die vier Punkte P, P', P'', P''' dadurch unterworfen werden, dass ein ungerades Theta gleich 0 gesetzt wird, vollständig klargelegt. Soll $\Theta_\alpha = 0$ werden, so muss eine Curve dritten Grades existiren, die durch die vier Punkte und ausserdem durch die sechs von α verschiedenen Grundpunkte hindurchgeht. Es existirt dann zugleich eine Curve sechsten Grades, die auch durch die vier Punkte hindurchgeht und für die α ein dreifacher, die übrigen sechs Punkte Doppelpunkte sind.

Soll dagegen $\Theta_{\alpha\beta} = 0$ sein, so liegen die vier oberen Grenzpunkte auf einer Curve vierter Ordnung, die α, β zu Doppelpunkten hat und durch die fünf übrigen Grundpunkte einfach hindurchgeht.

Es muss nun auch jedes lineare Aggregat von Quadraten ungerader Theta einer Function S proportional sein, die sich linear durch die aufgestellten, S_α und $S_{\alpha\beta}$, ausdrücken lässt. Unter diesen Grössen S giebt es allerdings noch eine, die in Factoren, und zwar besonders einfache, zerfällt.

Die Bedingung, die zwischen den Thetafunctionen bestehen muss, wenn jedes Argument durch ein einziges der entsprechenden Integrale darstellbar sein soll, mit den Grenzen x, y, z und x', y', z', hatte ich in meiner früheren Arbeit (Abriss, S. 46) in Determinantenform dargestellt. Aber diese Determinante ist eine Thetafunction neunten Grades, und Hr. Frobenius wies darauf hin, dass sie durch die sieben Functionen: $\Theta_1, \Theta_2, \ldots \Theta_7$ theilbar ist. Wenn man diese Factoren absondert, so bleibt, als eigentliche Bedingung, eine Gleichung $\phi(U) = 0$ übrig, in der $\phi(U)$ ein lineares Aggregat von Quadraten ungerader Theta bedeutet; und zwar ist $\phi(U)$ dasjenige ganz bestimmte Aggregrat, in dessen Entwickelung nach aufsteigenden homogenen Functionen der Argumente das quadratische Glied fortfällt.[1]

Dass dies richtig ist, ist unmittelbar zu sehen. Denn denken wir uns das Aggregat

$$\sum_{\alpha=1}^{7} (c_\alpha \Theta_\alpha^2) = \phi(U)$$

in der angegebenen Weise bestimmt, so, dass

$$\Sigma c_\alpha U_\alpha^2$$

[1] Frobenius, Über die Jacobi'schen Functionen von der Variabeln (Crelle's Journal Bd. 105).

identisch o ist, wenn wir unter U_a das Anfangsglied von Θ_a verstehen. Alsdann ist auch

$$\Sigma c_a H_a^2$$

und:

$$\Sigma c_a H_a(x, y, z) H_a(x', y', z')$$

identisch o. Diese letzte Gleichung aber ist unmittelbar in folgende überzuführen:

$$\Sigma c_a \Theta_a^2(u-u') = 0,$$

oder $\phi(u-u') = 0$.

Nehmen wir nun an, dass drei der vier Punkte P, P', P'', P''', z. B. die drei letzten, auf einer Curve dritten Grades $H = 0$ liegen, die durch die sieben Grundpunkte hindurchgeht. H ist dann eine lineare Function von X, Y, Z, und einem bestimmten Differential erster Gattung, du, proportional. du verschwindet ausser in den angegebenen drei Punkten noch in einem vierten P_0, und da man die unteren Grenzen der vier Integrale mit den vier Nullpunkten von du zusammenfallen lassen kann, so nimmt jedes Argument die Form $u - u_0$ an.

Da hiernach ϕ verschwindet, wenn irgend eine der vier Determinanten verschwindet, die sich aus den vier Werthsystemen

$$X, Y, Z;\ X', Y', Z' \text{ u. s. w.}$$

bilden lassen, so ist die entsprechende Function S nichts Anderes als das Product dieser vier Determinanten.

Normale und anomale Dispersion im Gebiete der elektrischen Wellen.

Von Dr. Clemens Schaefer
in Breslau.

(Vorgelegt von Hrn. Planck am 18. October 1906 [s. oben S. 687].)

Bekanntlich liefert die reine Maxwellsche Theorie für Nichtleiter weder Absorption noch Dispersion. Dies liegt daran, daß sie sämtliche Dielektrika als wesensgleich mit dem Äther betrachtet, von dem sie nur durch die besonderen Werte von Dielektrizitätskonstante und Permeabilität unterschieden sind. Im Gebiete der elektrischen Wellen ist diese Forderung der Theorie in gutem Einklang mit den Beobachtungsergebnissen: fast sämtliche Nichtleiter sind für Hertzsche Wellen vollkommen durchlässig und besitzen einen von der Wellenlänge unabhängigen Brechungsexponenten, der der Maxwellschen Beziehung genügt.[1]

Alle diese einfachen Verhältnisse komplizieren sich im Gebiete der Licht- und Wärmestrahlen. Die einfachen Annahmen der Maxwellschen Theorie reichen eben nicht mehr aus, um das Verhalten der Körperwelt gegenüber Wellen von so kleiner Periode richtig und vollständig zu charakterisieren.

Zur Erklärung der Phänomene der Dispersion und Absorption nimmt die Theorie die Existenz schwingungsfähiger Gebilde an, die in das homogene Dielektrikum eingelagert sind. Für »makroskopische« Vorgänge, wie die Hertzschen Wellen es sind, darf deshalb im allgemeinen das Dielektrikum doch noch als »homogen« im Sinne der ursprünglichen Maxwellschen Theorie betrachtet werden, während dies für Lichtwellen keineswegs mehr der Fall ist.

Man kann indessen auch im Gebiete der Hertzschen Wellen ähnliche Verhältnisse künstlich schaffen, wie die Natur sie uns im Bereiche der Licht- und Wärmestrahlung liefert. Man braucht nur in das Dielektrikum Gebilde mit einer Eigenperiode von der Größenordnung der-

[1] Ich sehe hierbei ab von der namentlich durch Drude und seine Schüler untersuchten »anomalen« Absorption und Dispersion, welche Isolatoren von hoher Dielektrizitätskonstante aufweisen.

jenigen der Hertzschen Wellen, sogenannte »Resonatoren«, einzulagern, und erhält dann, entsprechend der Theorie, die analogen Erscheinungen.

Für die »Absorption« oder, besser, die selektive Reflexion hat dies zuerst A. Garbasso[1] getan; hierher gehören auch die Arbeiten von Aschkinass und Schaefer.[2] Durch Aufbau prismatischer Körper aus Resonatorengittern erhielten ferner Garbasso und Aschkinass[3] auch die Erscheinung der Dispersion; allerdings sind ihre Messungen bei Wellenlängen angestellt, die weit ab vom Absorptionsstreifen liegen, mit anderen Worten, sie befinden sich im Gebiete der normalen Dispersion; das bei weitem interessantere der anomalen harrte noch seiner Erschließung.

In der vorliegenden Mitteilung beschreibe ich eine Methode, vermittels deren es gelungen ist, in dem Absorptionsstreifen selbst Messungen anzustellen und somit in das anomale Dispersionsgebiet zu gelangen.

Die ersten hierauf bezüglichen Versuche, die ich machte, geschahen naturgemäß mit der Anordnung von Garbasso und Aschkinass, d. h. mit einem aus Resonatorengittern aufgebauten Prisma. Als Indikator der elektrischen Wellen verwandte ich ein Klemenčičsches Thermoelement in Verbindung mit einem hochempfindlichen Dubois-Rubensschen Kugelpanzergalvanometer. Indessen schlugen diese Versuche sämtlich fehl, aus demselben Grunde, der auch bei den entsprechenden Messungen der Optik Schwierigkeiten macht. Der nämliche Umstand hat auch offenbar die HH. Garbasso und Aschkinass verhindert, ihre Messungen auf den Absorptionsstreifen selbst auszudehnen; es ist die äußerst geringe Intensität, welche in dieser Gegend durchgelassen wird. Die genauen Apparate und Methoden der Optik gestatten hier bei der Prismenmethode eine Überwindung dieser Schwierigkeit durch Anwendung sehr spitzwinkeliger Prismen (der brechende Winkel beträgt einige Minuten); aber für elektrische Wellen ist dieser Weg nicht gangbar.

Ich habe daher auf eine Methode zur Bestimmung des Brechungsindex, die sogenannte Drudesche, zurückgegriffen, die erheblich größere Energie liefert. Man mißt bei derselben einmal die Wellenlänge in Luft (λ_0) und dann, nachdem die Drähte des Lecherschen Systems durch die zu untersuchende Substanz hindurchgeleitet sind, die Wellenlänge in letzterer (λ); der Quotient $\lambda_0 : \lambda$ ist gleich dem Brechungsexponenten n der Substanz. Nimmt man als zu untersuchendes Medium ein passend umgeformtes »Resonatorengitter«, und sorgt man dafür,

---

[1] A. Garbasso, Atti Acc. di Torino, 28, 1893.

[2] E. Aschkinass und Cl. Schaefer, Ann. d. Phys. 5. 485; 1901. Cl. Schaefer, Ann. d. Phys. 16, 106; 1905. Cl. Schaefer und M. Laugwitz, Ann. d. Phys. 20, 355; 1906.

[3] A. Garbasso und E. Aschkinass, Wied. Ann. 53, 534; 1894.

daß die Wellenlänge λ_0 in einem bestimmten, nicht zu kleinen Intervalle variabel gemacht werden kann, so sind alle Vorbedingungen zur Erzielung von Dispersion erfüllt.

Der Drudesche Apparat ist in seiner Ausführungsform nur für eine bestimmte Wellenlänge gut, d. h. mit größter Genauigkeit, brauchbar. Deshalb habe ich nicht von dem Auskunftsmittel Gebrauch gemacht, durch Verschiebung der ersten Brücke andere Wellenlängen zu erzeugen. Vielmehr habe ich den Apparat so modifiziert[1], daß vermittels eines gemeinsamen Posaunenzuges Erreger und Lechersches Drahtsystem bis zur ersten Brücke, beide stets aufeinander abgestimmt, verlängert werden können; die Grenzen, zwischen denen ich so die Wellenlänge in Luft variieren konnte, betrugen 72 und 93 cm.[2]

Die Messung gestaltet sich nun im Prinzip sehr einfach: man eicht zunächst den Apparat bei den verschiedenen Stellungen des Posaunenzuges auf Wellenlängen; man umgibt dann die Drähte mit dem »Resonatoren-Dielektrikum« und bestimmt wieder die Wellenlänge; endlich wird nochmals die erste Messungsreihe wiederholt. Man erhält für jede Wellenlänge λ_0 eine zugehörige λ und durch ihren Quotienten den Brechungsindex. In praxi stellt man den Versuch besser so an, daß man für jede einzelne Stellung des Posaunenzuges, d. h. für jedes einzelne λ_0, alternierende Messungen anstellt, da die auftretenden Differenzen dann sicherer beobachtet werden können.

Ich gebe die Messungen an drei Resonatorensystemen (I, II, III) wieder: I besitzt eine Länge von 41 cm, II von 44 cm, III von 50 cm; die den Eigenschwingungen entsprechenden Wellenlängen sind etwa doppelt so groß. Die Wellenlänge 82 cm von I liegt ungefähr in der Mitte des zur Verfügung stehenden Wellenlängenintervalles, $\lambda = 88$ cm (von II) schon ziemlich an dem einen Ende desselben, $\lambda = 100$ cm (von III) endlich außerhalb.

In der folgenden Tabelle sind die zu I, II, III gehörigen Brechungsindizes nebst entsprechenden Wellenlängen angegeben; der Verlauf ist ganz der Theorie entsprechend; III zeigt nur normale Dispersion, I und II auch anomale.

Von Einzelheiten sei noch folgendes erwähnt. Die gemessenen Brechungsindizes sind sämtlich größer als 1; der maximale Wert beträgt etwa 1.07, der kleinste 1.01. Während die Differenz von 7 Prozent noch relativ gut mit dem Apparat gemessen werden kann, liegt die von 1 Prozent hart an der Grenze seiner Leistungsfähigkeit; nur durch alternierende Messungen ist hier überhaupt noch ein Unterschied

[1] Eine ausführliche Beschreibung soll an anderer Stelle gegeben werden.

[2] Bei einer zweiten Ausführung des Apparates kann dieses Intervall noch vergrößert werden.

I Länge = 41 cm		II Länge = 44 cm		III Länge = 50 cm	
$\frac{1}{2}\lambda_0$	n	$\frac{1}{2}\lambda_0$	n	$\frac{1}{2}\lambda_0$	n
37.7 cm	1.050				
38.0 »	1.045				
38.5 »	1.041	38.5 cm	1.055	38.5 cm	1.032
39.0 »	1.035				
39.5 »	1.030	39.5 »	1.040	39.8 »	1.020
40.0 »	1.035				
40.9 »	1.040	41.0 »	1.025		
41.5 »	1.043	41.5 »	1.024	41.5 »	1.017
42.0 »	1.050	42.0 »	1.024	41.9 »	1.017
42.7 »	1.050	42.6 »	1.026		
45.0 »	1.060	43.8 »	1.039		
46.0 »	1.072	44.7 »	1.044	44.2 »	1.010
		45.2 »	1.047	45.1 »	1.010
		46.0 »	1.050	45.9 »	1.010

zwischen λ und λ_0 zu konstatieren. Außerdem muß der Apparat sehr gut eingestellt sein und vor allem die Indikatorröhre passend in ihrer Empfindlichkeit gewählt sein. Bei den ersten Messungen, die ich schon vor längerer Zeit gemacht habe, gelang es mir nie, den Effekt sicher zu beobachten, obwohl Andeutungen davon zu bemerken waren; erst als ich eine Röhre (nach Dorn) mit Heliumfüllung und elektrolytisch eingeführtem Kalium benutzen konnte, wurden die Resultate deutlicher. Aber auch jetzt waren unter acht mir zur Verfügung gestellten, äußerlich kaum verschiedenen Röhren nur eine, die gute, und eine zweite, die hinreichende Ergebnisse lieferte. Nachdem die passende Röhre gefunden, waren die Versuche ziemlich schnell erledigt.

Zu erwähnen wäre noch, daß man mit dem Apparat, ebenso wie Drude es für absorbierende Flüssigkeiten getan hat, die Extinktionskoeffizienten bestimmen kann, indem man für jede Wellenlänge die Anzahl der beobachtbaren Knoten feststellt. Da die Absorption indessen schon häufig an Resonatorengittern untersucht worden ist, habe ich dies vorläufig nicht ausgeführt; ich gedenke jedoch auf diesen Punkt noch zurückzukommen. Übrigens sieht man schon ohne weiteres aus der verschiedenen Helligkeit der Röhre bei verschiedenen Wellenlängen die starke Variation der Absorption mit der Wellenlänge.

Als Resultat der Arbeit möchte ich den experimentellen Nachweis anomaler Dispersion bei Resonatoren betrachten; dies steht im Einklang mit den theoretischen Vorstellungen.

Ausgegeben am 8. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

THE DIRECTOR GENERAL OF ARCHÆOLOGY
Library Regr. No. 27 of 08.
INDIA

1906.
XLIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

8. November. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Hirschfeld las: Die römischen Meilensteine. (Ersch. später.)

Die Meilensteine des römischen Reichs werden einer historischen Betrachtung mit besonderer Rücksicht auf Gallien unterzogen.

2. Die HH. Erman und Harnack legen eine Mittheilung der Professoren Dr. Heinrich Schäfer und Dr. Karl Schmidt: »Die ersten Bruchstücke christlicher Litteratur in altnubischer Sprache« vor.

Die Sprache der Nubier war bisher nur in ihrer heutigen Gestalt bekannt; doch wusste man, dass dieses alte Volk vor der arabischen Eroberung eine eigene christliche Litteratur besessen hatte. Prof. Schmidt hat jetzt in Aegypten zwei Bruchstücke derselben entdeckt und für die Königliche Bibliothek erworben; Prof. Schäfer hat sie hier näher untersucht. Es sind Bruchstücke einer Perikopensammlung und eines Liedes auf das Kreuz, etwa aus dem 8. Jahrhundert. Sie sind in griechischer Schrift geschrieben, die einige Zusatzbuchstaben für besondere nubische Laute erhalten hat. Diese altnubische Sprache unterscheidet sich stark von der heute gebrauchten und enthält insbesondere noch viele einheimische Worte, die heute durch arabische verdrängt sind. — Es steht zu hoffen, dass der neue Fund, der uns das ältere Nubisch kennen lehrt, nun auch eine Grundlage abgeben wird, von der aus die von Lepsius entdeckten nubischen Inschriften der heidnischen Zeit entziffert werden können, die in einer unbekannten einheimischen Schrift geschrieben sind.

3. Hr. Harnack legte einen neu erschienenen Band der von der Akademie mit Mitteln der Wentzel-Stiftung unternommenen Ausgabe der griechischen und christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte vor: Clemens Alexandrinus. Band 2. Stromata Buch 1—6. Hersg. von O. Stählin. Leipzig 1906.

Die ersten Bruchstücke christlicher Literatur in altnubischer Sprache.

Von Heinrich Schäfer und Karl Schmidt.

(Vorgelegt von HH. Erman und Harnack.)

Unter den Handschriften, die Hr. Schmidt auf seiner diesjährigen Sommerreise in Ägypten für die Königliche Bibliothek erworben hat, beanspruchen einige Pergamentblätter ganz besondere Aufmerksamkeit. Sie liefern nämlich zum ersten Male Überreste einer bisher verschollen gewesenen Literatur, von deren einstiger Existenz wir nur durch Zeugnisse auswärtiger Schriftsteller Kenntnis hatten.[1] Die Sprache, in der diese neu gefundenen Texte geschrieben sind, das Nubische, ist seit langem keine Schriftsprache mehr. Seit Jahrhunderten bedienen sich die Nubier für jeden schriftlichen Verkehr des Arabischen. Ihre Muttersprache brauchen sie nur im Gespräch. Nun lernen wir ihre Barbarensprache[2] in einem Zustande kennen, der über tausend Jahre älter ist als der, in dem sie Gelehrte wie Lepsius und Reinisch[3] zu unserer Zeit aufgezeichnet haben.

Bei der Wichtigkeit des Fundes beeilen wir uns, der Akademie einen vorläufigen kurzen Bericht darüber vorzulegen.

1. Erwerbung der Handschriften.

In Kairo wurden mir einige unscheinbare Pergamentblätter zum Ankauf angeboten, die ein Antikenhändler schon vor längerer Zeit aus Oberägypten herabgebracht hatte, ohne daß sich bisher ein Liebhaber für sie gefunden hätte. Offenbar hat man sie für späte koptische Handschriften gehalten und darum nicht weiter beachtet.

---

[1] Es sind die von Lepsius in der Einleitung zu seiner nubischen Grammatik S. CXXI angeführten Stellen.

[2] Die Nubier vermeiden heute gern ihren alten Namen Nōb, da er als Bezeichnung für Negersklaven etwas anrüchig geworden ist. Sie brauchen ihn meist nur für die Sprache. Sich selbst nennen sie gewöhnlich Barabra. Der Name hat manchen verleitet, die Nubier mit den Berbern in Verbindung zu bringen.

[3] Lepsius, Nubische Grammatik, Berlin 1880. Reinisch, Die Nuba-Sprache, Wien 1879.

Ein eiliges Überfliegen ließ jedoch sofort erkennen, daß es nicht koptische Texte waren. Die nähere Prüfung fand mit den Hilfsmitteln der Khedivialbibliothek und unter freundlichem Beistande des Direktors der Bibliothek, des Hrn. Prof. Moritz, statt. Da nun eine semitische Sprache ebenso wie das Koptische ausgeschlossen war und die lesbaren Worte erkennen ließen, daß es sich um eine christliche Übersetzungsliteratur handelte, wurde das Nubische in Betracht gezogen. In Nubien, das wahrscheinlich im 6. Jahrhundert dem Christentum zugänglich geworden ist, haben jahrhundertelang christliche Reiche bestanden, von denen wir nur durch eine Reihe Lederurkunden in koptischer Sprache, ferner durch arabische Berichte und dürftige Inschriftreste wissen. Nach einigen vergeblichen Versuchen führte die Stelle ⲛⲣⲱⲁⲛⲟⲩⲣⲟⲩ auf das nubische Wort *uru* »der König«, und damit war die Sprache der Texte festgestellt. Zur Sicherung meiner Überzeugung von der Richtigkeit des Schlusses trug bei, daß mir vom Berliner Museum her die Inschriftreste aus Soba bekannt waren, die ebenso wie unsere Handschriften ein Alphabet zeigen, das aus den griechischen und einigen Zusatzbuchstaben in ähnlicher Weise gebildet ist wie das koptische. Diese Gründe machten den Ankauf dieser einzigartigen Stücke zur Pflicht. Sie sind jetzt Eigentum der Königlichen Bibliothek. Die Erwerbung selbst wurde ermöglicht durch die liebenswürdige Gewährung eines Vorschusses von seiten des Hrn. Hasselbach in Kairo, dem wir dafür großen Dank schulden.

Als ein besonderer Glückszufall darf es betrachtet werden, daß Hrn. Moritz und mir auf einer Reise nach Oberägypten zwei weitere Bruchstücke in die Hände fielen, die sich als zu der einen Handschrift gehörig erwiesen.

Karl Schmidt.

II. Beschreibung und Inhalt der Handschriften.

Die vorhandenen Blätter ließen schon durch ihre Größenverhältnisse erkennen, daß sie zwei Handschriften angehörten.

A. Pergament. Schriftfläche etwa 16×11 cm. Erhalten sind Reste einer zusammengehörigen Lage. Die Seiten tragen die Seitenzahlen ⲣ̅—ⲣ̅ⲓ̅ⲉ̅ (100—115). Auf jeder Seite steht nur eine Kolumne, die, nach der längsten erhaltenen zu schließen, rund 20 Zeilen zählten. Leider läßt die Erhaltung viel zu wünschen übrig, da die unteren Hälften der Blätter fast ganz zerstört sind und auch die oberen Hälften allerlei Lücken aufweisen.

Die Schrift zeigt große häßliche Buchstaben, deren Charakter etwa auf das 8. Jahrhundert n. Chr. schließen läßt. Die Überschriften der Abschnitte sind rot. Die Sätze sind durch rote und schwarze

Punkte getrennt. Worttrennung findet sich nicht, doch ist sie oft aus der Punktation ersichtlich. Denn über den Buchstaben findet sich eine Punktation mit Punkten und Strichen, ähnlich der koptischen. Das Innere des Buchstabens ⲫ ist mit zwei roten großen Punkten gefüllt. Die Abschnitte sind gelegentlich durch eine Reihe von Strichen und Punkten getrennt, wie in koptischen Handschriften.

Inhalt. Auf Grund der Reste der roten Überschriften ließ sich erkennen, daß die Handschrift die Texte der Perikopen aus dem Evangelium und dem Apostolos enthielt, und zwar im vorliegenden Teile die für den koptischen Monat Choiak, d. h. für die Weihnachtszeit. Das Synaxarium muß also, da die Seiten die Zahlen 100—115 tragen, mit der Osterzeit begonnen haben.

Mit Hilfe dessen, was bisher erkennbar ist, können wir folgende Texte feststellen.

Seite 100. Matth. 1, 22—25.
Ferner: Philipper 2, 12.
Seite 101. Philipper 2, 14—17. Fortsetzung des vorigen.
Seite 102. Matth. 5, 13—15 ff. Begann schon auf der vorigen Seite.
Seite 103. Matth. 5, 18—19 ff. Fortsetzung des vorigen.
Seite 104. Röm. 11, 25—29 ff. Begann schon auf der vorigen Seite.
Seite 105. Hebr. 5, 4—7 ff.
Seite 106. Hebr. 5, 9—10, also der Schluß der vorigen Stelle.
Ferner: Joh. 16, 33—17, 4.
Seite 107. Joh. 17, 5—10. Fortsetzung des vorigen.
Seite 108. Joh. 17, 11—14. Fortsetzung des vorigen.
Seite 109. Joh. 17, 15—21. Fortsetzung des vorigen.
Seite 110. Joh. 17, 22—26. Fortsetzung des vorigen.
Seite 111. Hebr. 9, 1—4. Begann schon auf der vorigen Seite.
Seite 112. Hebr. 9, 5 Schluß. Fortsetzung des vorigen.
Ferner: Eine nur mit den Anfangs- und Endworten gegebene Stelle aus dem Matthäus, die noch nicht bestimmt ist. Es wird dabei auf ein früheres Datum verwiesen, unter dem wohl der Text vollständig gegeben war.
Endlich: Galat. 4, 4—6 ff.
Seite 113. Matth. 2, 1—5 ff. Begann schon auf der vorigen Seite.
Seite 114. Matth. 2. Die Fortsetzung des vorigen. Nur wenige Worte jeder Zeile erhalten. Erkennbar noch 2, 10.
Seite 115. Nur einzelne Worte erhalten. Matth. 2. Schluß des vorigen.
Ferner: Römer 8, 3—7.

B. Pergament. Schriftfläche etwa 9×7 cm. Blattgröße etwa 12×9 cm. Es sind drei Lagen und Reste einer vierten erhalten. Die erste Lage enthält das Deckelblatt und die Seiten ⲁ̄ bis ⲓ̄. Die zweite Lage mit einem eingehefteten einzelnen Blatt trägt die Seiten ⲓⲁ̄ bis ⲕ̄, die dritte die Seiten ⲕⲁ̄ bis ⲗ̄ⲃ̄. Von der vierten sind nur die beiden ersten Blätter mit den Seiten ⲗ̄ⲅ̄ bis ⲗ̄ⲋ̄ erhalten. Wir haben also 36 aufeinanderfolgende Seiten. Der Schluß des Buches fehlt. Das Deckelblatt trägt auf der Innenseite in bunten Farben das Bild eines reichgekleideten, stehenden Mannes. Doch ist nur die obere Hälfte zerstört.

Die Erhaltung ist im ganzen gut. Nur wenige Seiten sind durch Löcher stärker beschädigt.

Die Schrift ist noch größer und dicker als bei der ersten Handschrift, aber auch sie scheint dem 8. Jahrhundert anzugehören. Auf beiden Seiten des ersten Blattes nach dem Deckelblatt steht ein mit roter Tinte geschriebener, leider stark zerstörter langer Titel. Den Kopf der Seite ⲁ̄ ziert ein breites buntes Ornament. Auch am unteren Rande der Seiten findet sich gelegentlich eine einfache, schwarz- und rotgezeichnete, kelchförmige Verzierung. Im Text sind einzelne Worte, vor allem das ⲥⲧⲁⲩⲣⲟⲥ sowie ⲡⲉⲧⲣⲟⲥⲓ stets rot geschrieben. Die Punktation ist überall mit roter Farbe nachgezogen. Die Worte sind durch kleine Zwischenräume getrennt.

Inhalt. Die Handschrift enthält, wie man aus dem fast in jeder dritten Zeile wiederkehrenden ⲥⲧⲁⲩⲣⲟⲥ schließen darf, einen Hymnus auf das Mysterium des Kreuzes. Im Texte wird häufig auf den Apostel Petrus Bezug genommen, wobei man etwa an die Ausführungen des Apostels in den Acta Petri bei seiner Kreuzigung denken kann. Genaueres über den Inhalt ließ sich bis jetzt noch nicht feststellen.

Die beiden Handschriften gehörten also zu den Erbauungsbüchern eines Nubiers, der vor 1000 Jahren ebenso nach Ägypten gewandert ist, wie viele seiner heutigen Landsleute.

III. Sprache und Schrift.

Die folgenden Bemerkungen, die niedergeschrieben sind, wo kaum die erste Durchmusterung und Abschrift der Texte beendigt ist, sollen nur dazu dienen, die schöne Entdeckung des Hrn. Schmidt zu bestätigen und eine flüchtige Orientierung über den Zustand der Sprache in den Texten zu geben.

Die Vermutung über die Natur der zugrunde liegenden Sprache hat sich durchaus bewährt. Klarer als alles andere kann das auch dem Laien gerade der Satz beweisen, der das Wort ⲟⲩⲣⲟⲩ enthält, auf das sich Hr. Schmidt stützte. Auf S. 113 der ersten Handschrift steht:

ⲓ̈ⲏ́ⲥⲟⲩⲥⲓ ⲟ]ⲩⲛⲛⲟⲩⲧⲁⲕⲟⲛ ⲃ̄ⲏⲑⲗⲉ́ⲙⲏ ⲓ̈ⲟⲩⲇⲁⲓ[ⲛ]ⲛⲟ.
ⲏ́ⲣⲱⲇⲏ ⲟⲩⲣⲟⲩⲛⲁ ⲟⲩⲕⲣⲓ̈ⲥⲟⲩⲗⲱ.

Der Satz wäre wohl noch heute jedem Berberiner ohne weiteres verständlich. Er enthält der Reihe nach folgende neunubische Worte[1]:

unne erzeugen, gebären. Davon der Aorist. pass. 3 sg. *unni-takkon.*
-in Postposition des Genitivs.
-na Postposition *-la* »in«, assimiliert an das vorhergehende *n.*
urū König.
-na Postposition des Genitivs (Lepsius S. 36 unten).
ugrēs Tag. Pluralsuffix *-gū.*
la Postposition »in«.

Der Satz würde heute heißen:

[*Jesūs*] *unni-takkon Betlemē Juda-in-na, Erōdē urū-na ugrēs-kū-la*
[Jesus] wurde in Bethlehem Juda geboren, in den Tagen des Königs Herodes.

So evident die Vergleichung des Modernen mit dem Alten an dieser Stelle ist, so muß man sich doch vor Augen halten, daß das nur ein besonders glückliches Zusammentreffen ist. Tausend Jahre sind, wie die folgenden Beispiele zeigen, auch an der nubischen Sprache nicht spurlos vorübergegangen.

Unsere Sprachforscher haben sich für die Fixierung der nubischen Sprache einige Zusatzzeichen zu unserem Alphabet schaffen müssen:

š für *sch*, *ǵ* etwa für *dsch*,
ṅ für nasales *n*, *ń* etwa für *nj.*

Als die Nubier in der Schreibung ihrer Sprache von einem noch nicht entzifferten einheimischen Alphabet zum griechischen übergingen — dies hing wohl, wie in Ägypten, mit ihrem Übertritt zum Christentum zusammen —, mußten sie ebenso verfahren. Deshalb finden wir in unseren Handschriften außer den griechischen noch folgende Zeichen:

ϣ ⳡ ⳟ ⳣ F

Für jedes Zeichen sei ein oder das andere charakteristische Wort angeführt, in dem es vorkommt.

ϣ natürlich das koptische ϣ. Im allgemeinen recht selten.
ⲙⲁϣⲁⲗⲟⲥⲕⲓⲗⲟ »im Osten«. Es kann zweifelhaft bleiben, ob eine Weiterbildung von *maša* (M) Sonne oder ein Lehnwort vom koptischen ⲙⲁⲛ-ϣⲁ vorliegt.

[1] Wo nicht durch ein R (Reinisch) anderes ausdrücklich bezeichnet ist, zitiere ich hier nach Lepsius.

ϩ ursprünglich gewiß das koptische ϩ. Den neunubischen Lautverhältnissen entsprechend, die ja auch nur in Fremdwörtern einen H-Laut kennen, ist es äußerst selten. Es findet sich nur einmal in der ersten Handschrift, öfter in der zweiten, aber stets nur in denselben zwei Verbindungen, die offenbar verderbte, mir noch nicht erkennbare griechische Worte darstellen, einen Stamm ϩⲁⲣⲙ und eine Gruppe ⲧⲟϩⲟⲛⲇⲉⲕⲁ.

ϭ scheint dem *ǵ* zu entsprechen.

ϭⲟⲩⲛⲧⲟⲩ schwanger, *ǵunti* (M),

ϭⲁⲛ[ⲉ] kaufen, *ǵane*,

ⲧⲓϭϭⲓⲥⲉ ich habe gegeben [*tiǵǵ* von *tire* jemand anders etwas geben. Die alte Form genau in demselben Sinne gebraucht.]

ⲇⲉⲛϭⲓⲥⲓⲛ du hast gegeben [*dēnǵ* von *dēne* mir oder uns etwas geben. Auch die alte Form in dieser Bedeutung.]

ⲯ wird etwa dem *ń* entsprechen.

ⲙⲁⲯ Auge *māń* (M),

ⲧⲟⲩⲯⲉ die Söhne, Plur. zu ⲧⲟⲧ Sohn. *tūńī* Plur. zu *tōd* Sohn (M). In der zweiten Handschrift scheint ⲯ mit ⲛ zu wechseln: ⲇⲉⲛϭⲓⲥⲛⲁ neben ⲇⲉⲯϭⲉⲥⲟ.

ϝ scheint dem *ñ* zu entsprechen.

ⲧⲁϝⲥ Name, *tañsi*, *tañs* (M).

Auffällig ist es, daß es auch Worte anfängt:

ϝⲁⲛⲉ Sünde *nabe*,

//////ⲟⲩⲉⲓⲯϭⲓ-ⲕⲁ ϝⲁⲗⲉⲛ////// der Stern, den sie sahen, *nale*.

Man sieht, daß, so zwingend die Gegenüberstellung der alten und der neuen Worte ist, sich doch nicht alles ohne weiteres glatt erledigt. Offenbar haben, was ja auch zu erwarten war, die heutigen nubischen Laute ihre Geschichte, die erst die weitere Arbeit aufklären muß.

Von den griechischen Buchstaben kommen in rein nubischen Worten nur ⲁ ⲅ ⲇ ⲉ ⲏ ⲓ ⲕ ⲗ ⲙ ⲛ ⲟ ⲡ ⲣ ⲥ ⲧ ⲱ, außerdem ⲉⲓ, ⲁⲩ, ⲉⲩ, ⲟⲩ und ⲏⲩ vor.

Nur in Fremdworten finden sich:

ⲃ ⲑ ⲩ ⲫ ⲭ; ⲍ ist einmal, wo es zu erwarten ist, durch ⲥ ersetzt, wie ⲑ einmal durch ⲧ.

Auffallen könnte, daß sich unter den Ersatzbuchstaben kein Buchstabe für *f* nachweisen läßt. Doch hat schon Lepsius (S. 11) darauf hingewiesen, daß das *f* nur in einem Dialekt und auch da nur in wenigen Worten erscheint. Der andere Dialekt, der also hier, wie auch in einigen anderen Fällen, das ältere erhalten hat, setzt dafür immer *b*. Dieses *b* ist nun seinerseits in unseren Texten durch ⲡ vertreten, da ⲃ nur in Fremdwörtern vorkommt.

So erklären sich Worte wie

ϝⲁⲛⲉ Sünde, *nābē.*

ⲡⲓⲕⲕⲉ aufwachen, *fikke* (M).

Heutzutage ist das Nubische in zwei Hauptdialekte gespalten. Von Korusko bis Hannek wird der Mahāsi genannte Dialekt gesprochen[1], während im Norden bis zur ägyptischen Grenze und im Süden bis nach Napata hin der zweite herrscht, dessen beide Teile sich nur verhältnismäßig wenig unterscheiden.

Ob in früheren Jahrhunderten das ganze Nubien eine einheitliche Schriftsprache besaß, oder ob die gewiß schon vorhandenen Dialekte sich in der Schrift bemerkbar machten, muß die Zukunft lehren. Jedenfalls aber darf man behaupten, daß unsere Texte im Dialekt von Mahas geschrieben sind, eben jenem, den Lepsius seiner Grammatik zugrunde gelegt hat.

Ich habe schon unter den obigen Beispielen die Worte, die sich nur im Dialekt von Mahas finden und für ihn charakteristisch sind, durch ein (M) bezeichnet und will hier noch einige solcher Worte hinzufügen:

-ⲇⲁⲗ Postposition »mit« *-dan* (M),
-ⲅⲟⲩ Pluralsuffix *-gu* (M),
ⲟⲩⲣⲟⲩ König *urū* (M),
ⲟⲩⲛⲛⲟⲩ gebären *unne* (M),
ⲟⲩⲉⲓⲯⲇⲓ Stern *winǵi* (M),
ⲥⲉⲩⲁⲣⲧⲓ Geist *šauarti* (M).

Eine Reihe von kurzen klaren Sätzen soll die Sprache und Orthographie der Texte veranschaulichen[2]:

1. ⲉⲓⲟⲛ ⲧ̅ⲗ̅ ⲗ̅ⲗ̅ ⲧⲁⲛ-ⲧⲟⲧ-ⲕⲁ ⲉⲓⲧ̅ⲣ̅ⲥⲛⲁ Gott hat seinen Sohn geschickt. Ein neues Wort für »Gott«, das in dem folgenden Satz ⲗⲓⲗⲱ heißt. *īdire* (M) schicken.

2. ⲧ̅ⲗ̅ ⲗⲓⲗⲱ-ⲇⲱⲁ̀ ⲟⲕ-ⲧⲁⲕⲟ ⲗⲉⲛⲕⲱ sondern er wird von Gott gerufen. *ōg(ire)* (M) rufen. ⲗⲉⲛⲕⲱ aber.

3. ⲗⲓⲗⲗⲱ ⲉⲇ-ⲇⲁⲗ Gott mit uns.

4. ⲧⲁⲛ-ⲧⲁϝ̅ⲥ̅-ⲕⲁ ⲉⲙⲙⲁⲛⲛⲟⲩⲏⲗⲁ ⲟⲕ-ⲁⲣⲣⲁⲛⲁⲁ̀ seinen Namen werden sie Emmanuel rufen.

5. ⲉ̅ⲛ̅-ⲧⲁϝⲥ-ⲗⲟ́ⲕⲱ ⲧⲉⲕ-ⲕⲁ ⲉⲓⲇⲯⲓⲇⲉⲥⲱ bewahre sie in deinem Namen. ⲉⲓⲇⲯⲓ bewahren.

6. ⲉ̅ⲛ̅ ⲥⲁⲗ-ⲕⲟⲛ ⲉⲓⲇⲯⲓⲥⲁⲛⲁ und dein Wort haben sie bewahrt. ⲥⲁⲗ Wort.

---

[1] Den Reinisch wieder in zwei eng verwandte Unterdialekte teilt.

[2] Wo ich im folgenden hinter den Sätzen Worte nur in nubischer Schrift gebe, sind sie neu und aus anderen Stellen erschlossen.

7. ⲧ̄ⲗ̄ ⲗⲓⲗⲉ-ϭⲟⲩⲛ ⲁⲣⲭⲓⲉ̈ⲣⲉⲟⲥⲁⲁ̀ ⲟⲕ-ⲧⲁⲕⲁ der von Gott zum Hohenpriester Berufene.

8. ⲉ̄ⲛ̄-ⳟⲁⲗ ⲉ̄ⲕ̄-ⲕⲁ ⳟⲟⲕⲧ̄ⲣ̄-ⲕⲟⲛⲛ[ⲟ̀ⲁ̀] damit dein Sohn dich verkläre. ⳟⲁⲗ Sohn (vielleicht *ga(r)* Sohn). ⳟⲟⲕ Verklärung.

9. ⳟⲁⲕ-ⲕⲟⲛ ⲟⲩⲛⲛ/////ⲛⲟ und wird einen Sohn gebären.

10. ⲡⲁⲣⲑⲉⲛⲟⲥ-ⲗⲟ̀ ⲟⲩⲛⲛⲟⲩ-ⲧⲁⲕⲁ der aus einer Jungfrau Erzeugte.

11. ⲉⲓⲥ-ⲗⲟ̀ [ⲭⲣⲓⲥⲧⲟⲥⲓ ⲟⲩⲛⲛⲟⲩ-]ⲧⲁⲕⲟⲛⲟⲁ̀ wo der Christus geboren wird. ⲉⲓⲥ-ⲗⲟ, ⲉ̇-ⲗⲟ wo.

12. ⲉⲓⲛ ⲇⲉ ⳟ̄ⲥ̄ⲥⲁ-ⲗⲟ ⲛⲉⲥ-ⲧⲁⲕⲕⲟⲛⲁ dies wird das Heilige genannt. ⳟ̄ⲥ̄ⲥ heilig. ⲛⲉⲥ sagen, nennen.

13. ⲡⲁⲡⲁ ⳟ̄ⲥ̄ⲥⲁ heiliger Vater!

14. ⲧⲉⲕ-ⲕⲁ ⳟⲓⲥⲥⲁⳝⲁⲣⲉⲥⲱ heilige sie!

15. ⲁⲓ̈-ⲕⲁ ⲇⲉⲛϭⲓⲥⲛⲁ̀ ⲙϣϣⲁⲛ-ⲕⲁ alles, was du mir gegeben hast.

16. ⲧⲁⲛ-ⲧⲟⲧ-ⲛ̄-ⲥⲉⲩⲁⲣⲧⲓ-ⲕⲁ den Geist seines Sohnes.

17. ⲧⲉⲛ-ⳟⲁⲡⲉ-ⳝⲟⲩ ihre Sünden.

18. ⲡⲁⲡⲁ ⲧⲓϭ-ⲕ-ⲁⲧⲧⲁ gerechter Vater! Vgl. *une-k-ått* verständig (R § 122*b*).

19. ⲧⲓϭ-ⲕⲁⲛⲉ Gerechtigkeit. Vgl. *úru-kane* Königtum (R § 93).

20. ⲧ̄ⲗ̄ⲗⲓⲛ ⲧⲟⲧ-ⲕⲁⲛⲉ-ⲛ̄ ⲉⲧ-ⲕⲟⲁⲛⲛⲟⲁ̀ daß wir die Sohnschaft empfangen. *ede* nehmen.

21. ⲧⲉⲇ-ⲛ ⲧⲁⲩⲱ̀-ⲇⲁⲗ-ⳝⲟⲩⲗ ϭⲁⲛⲟ̀ⲥⲓϭⲉⲥⲁ daß er die unter dem Gesetze loskaufe. ⲧⲉⲇ Gesetz. *tauwō* (M) unter. *ǵane* (*ǵanōse*) kaufen.

22. ⲧⲁⲣⲁ̀ ⲓ̈ⲉ̀ⲣⲟⲩⲥⲁⲗⲏⲓⲟ̀ ⲕⲓⲥⲁⲛⲁ sie kamen nach Jerusalem. *kire* kommen (*kissan*) (M).

23. ⲧⲁⲛ-ⲟⲩⲉⲓⲣϭⲓ-ⲕⲁ ⲙⲁϣⲁⲗⲟⲥⲕⲓⲗⲟ ⳟⲁⲥ̄ⲛ̄ wir haben seinen Stern im Osten gesehen. *nale* sehen (*nassu*).

24. ⲓ̈ⲥⲣⲁ̀ⲏ̀ⲗⲓ ⲟⲩⲁⲧⲧⲟ ganz Israel. ⲟⲩⲁⲧⲧⲟ ganz.

25. ⲧⲁⲛ-ⳝⲁⲇ-ⲛⲁ ⲟⲩⲕⲣⲓ-ⳝⲟⲩ-ⲗⲱ in den Tagen seines Fleisches.

Zur Erleichterung des Verständnisses habe ich bisher stets die Worte durch ein Spatium und die Wortbestandteile durch einen Strich getrennt, was sich im Original nicht findet. Die Beispiele sind übrigens sämtlich der ersten Handschrift entnommen. Um aber einen Begriff von der Schreibweise der Originale zu geben, setze ich eine Seite jedes Textes her:

A, 113 (Matthäus 2).

: ⲣ̄ⲓ̄ⳝ̄ :

ⲟ]ⲩⲛⲛⲟⲩⲧⲁⲕⲟⲛⲃ̄ⲏⲑⲗⲉ̀ⲙⲏⲓ̈ⲟⲩⲇⲁⲓ[ⲛ

ⲛⲟ.ⲏ̀ⲣⲱⲇⲏⲟⲩⲣⲟⲩⲛⲁⲟⲩⲕⲣⲓ̈ⳝⲟⲩⲗⲱ.

ⲉ̄ⲛ̄ⲇⲟⳝⲇⲣⲓ̈ⳝⲟⲩⲗⲙⲁϣⲁⲗⲟⲥⲕⲗⲟ̀ⲧⲁⲣⲁ̀

ⲓ̈ⲉ̀ⲣⲟⲩⲥⲁⲗⲏⲓⲟ̀ⲕⲓⲥⲁⲛⲁⲡⲉⲥⲣⲁ̀ⳝⲟⲩ[ⲗ

5 ⲉⲓⲛⲓⲗ. ⲉ̀ⲗⲟⲛⲛⲁⲓ̈ⲟⲩⲇⲁⲓⲟⲥⳟⲟⲩⲛⲟⲩ
ⲣⲟⲩⲟ̄ⲩ[so!]ⲟⲩⲛⲛⲟⲩⲧⲁⲕⲟⲗ. ⲧⲁⲛⲟⲩⲉⲓⳡ
ⲇ̄ⲓⲕⲁⲙⲁϣⲁⲗⲟⲥⲕⲓⲗⲟϝⲁⲥ̄ⲛⲕⲁⲥⲥⲟ
ⲥⲓⲛⲧⲁⲕⲕⲁⲇⲟⲩⲕⲟⲩⲛⲟⲩⲁ̀. ⲏ̈ⲣⲱⲇⲏ
ⲟⲩⲣⲟⲩⲉⲗ̄ⲗⲟⲛⲟⲩⲗⳟⲣⲉⲛⲡⲁⲛⲛⲓⲥⲛⲁ̀.
10 ⲓ̈]ⲉ̀ⲣⲟⲩⲥⲁⲗⲏⲙⲛⲟⲩⲁⲧⲧⲟⲗⲗⲟⲛⲧⲁⲇ
ⲇⲁⲗ. ⲁⲣⲭⲏⲓ̈ⲉ̀ⲣⲉⲟ̀ⲥⲁⲙ̄ⳝⳝⲁⲛⳟⲟⲩⲗ
ⲇ]ⲉⲕⲛⲧ̄ⲙⲟⲩⲣⲁⲛⳟⲟⲩⲗⲇⲉⲕⲉⲗⳟⲟⲩⲕⲟⲛ.
///////]ⳟⲁⲣⲁ[. ⲧⲉⲕ]ⲕⲁⲉⳟⲓⲇⲇ̄ⲓⲉⲛⲁ̀ⲉⲓⲥⲗⲟ̀
[ⲭⲣⲓⲥⲧⲟⲥⲓⲟⲩⲛⲛⲟⲩ]ⲧⲁⲕⲟⲛⲟⲁ̀. ⲧⲉⲣⲟⲛ
15 [ⲧⲁⲣⳟⲓⲗⲗⲉⲡⲉⲥ̣ⲥ̣ⲁⲛⲁ. ⲃ̀ⲏⲑⲗⲉ̀ⲙⲏ]ⲓ̈ⲟⲩⲇⲁⲓ
[ⲛⲛⲟ........................]ⲁ
....

B, 5.

: ⲉ̿ :

ⲟ̀ⲥⲁ. ⲉⲗⲗⲟⲙⲩⲥⲧⲏ
ⲣⲁⲙ̄ⳝⳝⲁⲛⲕⲁ ⲟⲩ
ⲕⲁ ⲡ̄ⲗⲗⲓ̈ⳟⲣⲁ̀ ⲇⲉⲛ
ⲇ̄ⲁⲣⲁ. ⲉ̀ⲗⲟⲛⲙⲩⲥ
ⲧⲏⲣⲟⲩ ⲉ̄ⲕⲕⲁ ⲉ̀ⳟⲓⲇⲣ
ⲟⲩⲕⲁ ⲟⲩⲕⲁⲡ̄ⲗⲗⲓ̈
ⳟⲣⲁ̀ ⲇⲉⳡⲇ̄ⲉⲥⲟ. ⲁⳡ
ⲇ̄ⲗⲗⲟⲛ ⲟⲩⲥⲕⲁⲛⲉⲥ
ⲥⲛⲁ̀ ⲉ̀ⲁⲛⲡ̄ⲇⲧⲁⲡⲉ
ⲧⲣⲟⲥⲓ. ⲟⲩⲣⲟⲩⲥⲉⲩ
ⲁ̀ⲉ̀ ⲁⲛⲙⲉⲇⲇ̄ⲛⲉ̀ⳟⲟⲩ
ⲉ̀ⲕⲉ. ⲥⲁⲗⲟⲩ ⲁⲓ̈ⲕⲁ

Was die Arbeit an den Texten vorläufig etwas erschwert, ist der Umstand, daß gerade die meisten der Worte, die in diesen Erbauungsbüchern die größte Rolle spielen, also alle Ausdrücke, die in das religiöse Gebiet fallen, im heutigen Nubischen verschwunden sind. Seit der Bekehrung der Nubier zum Islam sind dafür überall die arabischen Ausdrücke eingetreten, wie ja auch sonst das Nuba außerordentlich mit arabischen Worten, die die alten verdrängt haben, durchsetzt ist. Ein Blick in die Wörterbücher von Lepsius und Reinisch zeigt das recht deutlich, und es lassen sich sogar noch manche Worte, die sie unbeanstandet führen, als entlehnt nachweisen.

Auffallend gering an Zahl sind die koptischen Fremdworte. Vorläufig kann ich außer dem zweifelhaften ⲙⲁϣⲁ Osten (ⲙⲁⲛϣⲁ?) nur noch ϝⲁⲡⲉ Sünde (ⲛⲟⲃⲉ) nachweisen, das sich ja bis ins heutige Nubische hineingerettet hat, sowie das Wort ⲡⲁⲡ(ⲁ) Vater, das aber doch vielleicht rein nubisch ist. Heute lautet es *fāb* im M., *bāb* im andern Dialekt. Ob die Übersetzung der Texte aus dem Koptischen oder Griechischen angefertigt ist, wird sich erst später entscheiden lassen. Doch scheinen gewisse Anzeichen für das letztere zu sprechen.

Es bleibt noch viel Arbeit zu tun, ehe uns die Sprache dieser Handschriften ganz erschlossen ist. Wenn das Ziel erreicht ist, so haben wir damit zum ersten Male für eine afrikanische Negersprache, die das Nubische nach Lepsius' trefflicher Beweisführung ist, eine tausendjährige Entwicklungsgeschichte gewonnen.

Aber die Folgen der Entdeckung des Hrn. Schmidt gehen weiter.

Aus dem oberen Niltal sind uns viele Denkmäler der einheimischen Bevölkerung erhalten. Die spärlichen Inschriften, die sie tragen, sind in ältester Zeit stets in fast korrekter ägyptischer Sprache abgefaßt. Allmählich wird die Sprache der Inschriften immer fehlerhafter, bis schließlich das Ägyptische so gut wie ganz aufgegeben wird. Man schreibt die einheimische Sprache in einer Hieroglyphenschrift, daneben ist im weiten Umfange eine kursive alphabetische Schrift im Gebrauch, die wir meroïtisch nennen, und endlich braucht man ein dem Koptischen nachgebildetes Alphabet. Alles das wußte man längst, aber in welcher Sprache, ob in der Nuba- oder der Bedjasprache, diese Inschriften abgefaßt waren, blieb unklar. Die Meinungen waren geteilt, wenn man sich auch allmählich immer mehr für den nubischen Charakter entschieden hat. Jeder Versuch der Entzifferung war vergeblich.

Für die letzte Gruppe, die Inschriften mit griechischen Buchstaben, ist das Rätsel nun gelöst. Auch sie erweisen sich als nubisch. So beginnt z. B. eine Inschrift in einer Felskapelle bei Ibrim mit den Worten (Lepsius, Denkmäler VI 96[a])

+ⲧⲁϝ////ⲟⲩ////ⲡⲁⲡ̅ⲛ̅ⲛⲟⲟⲛϝⲁⲛⲛⲓⲗⲣⲥⲉⲩⲁⲣⲧⲟⲩϝⲓⲥⲛⲛⲟⲕⲟⲗⲟ

Die Lesung ist an einigen Stellen recht unsicher, aber doch erkennen wir deutlich die uns nun vertrauten Worte und Zeichen ⲧⲁϝ[ⲉ] Name, ⲡⲁⲡ Vater, ϝⲁⲗ Sohn (in der an das Genitiv-n assimilierten Form ϝⲁⲛ), ⲥⲉⲩⲁⲣⲧⲟⲩ Geist, ϝⲓⲥ heilig, sowie eine Reihe der bekannten Postpositionen. Die Inschrift beginnt also mit der Übersetzung des üblichen: ἐν ὀνόματι τοῦ πατρὸς usw. Aus dem Rest der Inschrift sei hier nur auf ein nochmaliges ⲥⲉⲩⲁⲣⲧⲟⲩ ϝⲓⲥⲟⲩ aufmerksam gemacht. Die Inschrift befindet sich mitten im Gebiete des Mahas-Dialektes, in dem auch sie, wie ihre Worte zeigen, abgefaßt ist.

Viel wichtiger noch ist es aber nun, festzustellen, wie sich die berühmten, im Berliner Museum aufbewahrten Inschriften, die Lepsius gefunden und mit Recht dem christlichen Reiche von Aloa am Zusammenflusse des blauen und des roten Nils zugewiesen hat[1], zu unserer neuen Erkenntnis verhalten. Auch diese Texte sind in einem durch Zusatzbuchstaben ergänzten griechischen Alphabet geschrieben. Die fremden Buchstaben dieser Bruchstücke lassen sich nicht ohne weiteres mit denen unserer Texte identifizieren, obgleich man schon jetzt Vermutungen aufstellen könnte. Bei der traurigen Zerstückelung dieser Inschriften, die kaum ein Wort vollständig erhalten haben, müssen wir uns bescheiden, bis wir das Altnubische besser kennen. Daß aber auch hier die nubische Sprache vorliegt, läßt sich schon jetzt behaupten. So erkennen wir in dem größten Bruchstück (Lepsius, Denkm. VI, 12*b*) in Zeile 6 und Zeile 14 das Wort ⲟⲩⲅⲣⲓ-ⲅⲟⲩ »die Tage«. In der letzten Zeile hat schon Erman in der Verbindung ⲓⲥ]ⲁⲕⲇⲉ ⲓⲁⲕⲱⲃⲇⲉ eine Partikel ⲇⲉ »und« vermutet, ohne indessen diese als nubisch ansprechen zu können. Denn im heutigen Nubisch ist sie durch eine andere ersetzt. Nun findet sich auf S. 36 unserer zweiten Handschrift die Ergänzung dazu ⲁ̀ⲃ̄ⲣⲁⲙⲏⲇⲉ ⲓ̈ⲥⲁⲕⲓ̈ⲇⲉ[ⲓ̈ⲁⲕⲱⲃⲇⲉ. Auch dieses ⲇⲉ ist also als nubisch erwiesen. Charakteristisch für das Nubische ist die Wiederholung der Partikel hinter jedem Namen. Nun ist auch das schon von Erman erkannte ⲁⲉⲓ in Zeile 4 (ⲁⲉⲓ ⲧⲉⲙⲡⲣⲧⲓⲟⲥ) gesichert und nicht mehr eine bloße Vermutung. Diese Worte genügen, um zu beweisen, daß auch die Aloa-Inschriften nubisch sind.

Diese Feststellung ist von großer Wichtigkeit. Denn heutzutage reicht im Niltal das geschlossene nubische Sprachgebiet nur höchstens bis in die Gegend von Napata. Wenn nun jetzt nicht mehr zu bestreiten ist, daß im Altertum diese Grenze viel weiter nach Süden, weit über das alte Meroë hinaus, reichte, so ist damit eine Verbindung zwischen den Nubiern des Niltals und den noch heute ebenfalls einen nubischen Dialekt redenden Negervölkern von Kordofan geschaffen und bewiesen, daß an allen Hauptorten des »altäthiopischen«[2] Reiches die nubische Sprache geherrscht hat.

Jetzt haben wir ein Recht, ebenfalls das Nubische zugrunde zu legen, wenn wir versuchen, die über das ganze obere Niltal von Philae bis Chartum verstreuten Inschriften in der meroïtischen kursiven Alpha-

---

[1] Behandelt von Erman, Ägyptische Zeitschrift 1881, S. 112.

[2] Diese Bezeichnung hat eine Verwirrung geschaffen, die noch ärger ist als die durch den Namen Barabra verursachte. Sie ist entstanden dadurch, daß die Abessinier sich den Namen Äthiopier zugeeignet haben. Die Verwirrung wird nicht eher aufhören, als bis die Semitisten sich gewöhnen, statt äthiopisch abessinisch zu sagen.

betschrift zu entziffern.[1] Gelingt dies, so sind wir in der Geschichte der nubischen Sprache wieder um fast tausend Jahre weiter vorgedrungen und werden erst dann mit einiger Aussicht auf Erfolg das letzte Ziel ins Auge fassen können, nämlich festzustellen, was etwa im Wortschatz der altägyptischen Sprache der Urbevölkerung des Landes vor dem Eindringen der Semiten angehört. Solange uns das Nubische nur in seiner heutigen Form vorlag, konnten solche Vergleiche nur zu leicht in die Irre führen.

Heinrich Schäfer.

[1] Die Ersatzbuchstaben dürften den ersten Anhalt geben. So könnte man das ϑ in einem der Buchstaben der meroïtischen Kursive erkennen.

Zeusaltar aus Paros.

Von Prof. Dr. Freih. F. Hiller von Gaertringen.

(Vorgelegt von Hrn. von Wilamowitz Moellendorff am 25. Oktober 1906 [s. oben S. 749].)

Michael Krispi, der Sospitator des zweiten Bruchstücks der parischen Marmorchronik, schickte im Oktober 1906 Abschriften und Abklatsche mehrerer Inschriften von Paros. Die wichtigste wird hier mitgeteilt; die übrigen bleiben für die Supplemente des Kykladenbandes aufgespart, die zusammen mit den Inschriften von Tenos herausgegeben werden sollen, sobald die jetzt wieder aufgenommenen Vorarbeiten dazu ihren Abschluß gefunden haben.[1]

Platte von weißem Marmor, l. 0.52, h. 0.21, t. 0.08, rechts oben abgebrochen; im Hause des Aristides Triantaphyllos, Quartier Χωριάτικα von Paroikia, gefunden. Rechts erhöhter, später abgearbeiteter Streifen. Zeichnung von M. Lübke nach Abklatsch und Abschrift.



Β Ω Μ Ὸ Ϲ Δ Ι Ὸ Ϲ Ἐ [Ν Α Ἐ Ν Α]-
Ρ Ο Τ Ω͂ Ν Ἀ Π Ὸ Μ [Α Ν] Δ Ρ Ο-
Θ Έ Μ Ι Ο Ϲ. Μ Έ Λ Ι Τ Ι
Ϲ Π Έ Ν Δ Ε Τ Α Ι.

[1] Darunter die Grabinschrift eines Μάαρκος | Κοσσούτιος | Ἀφροδε[ι]σ[ιεύς], wie wohl zu ergänzen ist; vgl. IG XII 5, 422 und die dort angeführten Erwägungen Roberts über den Künstler M. Cossutius Cerdo: *Realenc.* IV 1674, 3.

»Altar des Zeus im Baume, geweiht von den Nachkommen des Mandrothemis. Es darf nur mit Honig (nicht mit Wein) gespendet werden.«

Zur Lesung ist zu sagen, daß Z. 1 die untere Ecke des Ε noch sichtbar ist; 2 läuft der Bruch im rechten Strich des Μ entlang; die beiden folgenden Buchstaben [Α und Ν] waren, da der Raum durch das breite Μ schon eingeschränkt war, steiler gestellt, als es diese beiden Buchstaben sonst sind, können aber noch Α und Ν gewesen sein; der vorletzte war Ρ, wenn auch der Schwanz etwas horizontaler läuft als im ersten Ρ. Z. 3 war zuerst ΜΕΝΙΤΙ geschrieben.

Die Schrift ist breit und tief eingehauen, im Prinzip στοιχηδόν; nur hat man in Z. 1 das Ι nicht als Stelle gerechnet. In Z. 2 nimmt, wie schon gesagt, das Μ fast 1½ Stellen ein, so daß sich die beiden folgenden Buchstaben zusammendrängen müssen; in Z. 3 ist es = 2 Stellen. Dabei ist auf Silben- und Worttrennung Rücksicht genommen, wie besonders die Freilassung einer Stelle am Schlusse von Z. 3 zeigt. Die Buchstabenformen sind ziemlich alt; das geschwänzte Ρ wie in der Ason- oder [Thr]asoninschrift IG XII 5, 252; das Ε fast rechtwinkelig, während die genannte und noch manche andere parische Inschriften die spitze Form Ε haben (105. 147. 150. 216. 219. 260). Das rechtwinkelige Ε findet sich in jüngeren Inschriften, die man nicht über das 5. Jahrhundert hinaufschieben wird, die aber auch schon die jüngere Form ⊙ haben (107. 225. 298; fraglich 148), während hier noch das alte ⊗ herrscht. Ein Η zu verwenden, lag kein Anlaß vor; da schon die alten Weihungen 210. 216. 260 Η neben ⊕ schreiben, ist es wahrscheinlich, daß auch dieser Schreiber schon die offene Form gebraucht hätte, die auch Ason-Thrason verwendet; Β haben nur Nr. 105 und 219. Alle diese Kriterien weisen uns etwa in die zweite Hälfte des 6. oder den Anfang des 5. Jahrhunderts.

Der Altar ist eine der zahlreichen Weihungen einer Sippe, für die man die Beispiele häufen könnte; ich erinnere nur an Rhodos IG XII 1, 791 ff. τῶν τοῦ δεῖνα (καὶ τοῦ δεῖνα) ἐγγόνων oder παίδων usw.; Thera IG XII 3, 372 Ἀπόλλωνος Μαλεάτα. Χαιριππιδᾶν; Kos *SGDI* 3674 f. usw. Als Beiname des Zeus ist ἔνδενδρος zwar nur aus Rhodos bekannt, doch kann er natürlich auch anderwärts vorgekommen sein und paßt für den Gott, der in Dodona ἐκ δρυὸς ὑψικόμοιο seinen Rat verkündete, sehr gut; eine andere Ergänzung wird schwer zu finden sein. Der Name Μανδρόθεμις ist neu, aber durch Analogien als durchaus möglich zu erweisen; wenn Μάνδρος wirklich der kleinasiatische Gott Letronne's war, kann man an Ἀπολλό-θεμις, Βασιλό-θεμις (Βασίλη, θεὰ Βασίλεια), Ζηνό-θεμις, Θεό-θεμις, Μηνό-θεμις, Μητρό-θεμις (Μήτηρ

als Göttin) erinnern. Die kurze Anweisung: μέλιτι σπένδεται schließt den Wein aus, der beispielsweise auch im Kultus des Zeus Hypatos im Erechtheion verboten war (Paus. I 26, 5), und weist auf den Honigtrank des Aristaios; sie ist ein Zeichen für das Alter des Kultus und würde, wie U. von Wilamowitz Moellendorff bemerkt, zum Zeus ἔνδενδρος besonders gut passen, da die Eiche nach Hesiod, Erga 233, die Bienen trägt und Zeus selbst von den Melissen aufgezogen ist, wie denn überhaupt Honig die alte Götterspeise ist (vgl. Roscher, Nektar und Ambrosia).[1] Ähnliche knappe Gebote enthält das Musenrelief von Thasos IGA 379, der Horos des (Zeus) Hypatos von Paros IG XII 5, 183, die Altäre der Nymphen der Hylleer und Dymanen in Thera IG XII 3, 377. 378.

[1] Darüber handelt E. Neustadt, *De Iove Cretico, diss. Berol.* 1906, 44.

Ausgegeben am 15. November.

SITZUNGSBERICHTE 1906.

DER **XLIV.**

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

8. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Struve las: Bestimmung der Saecularbewegung des V. Jupitermondes.

Die neueren Beobachtungen des V. Jupitermondes, welche Barnard am 40-zölligen Refractor der Yerkes-Sternwarte angestellt hat, werden zur Ableitung der Bahnelemente und der Saecularbewegung der Apsiden- und Knotenlinie benutzt. Das Resultat der Untersuchung spricht zu Gunsten einer Saecularbewegung von 916° im Jahr.

2. Hr. Warburg legte eine Mittheilung der HH. Prof. L. Holborn und Dr. S. Valentiner von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt vor: Temperaturmessungen bis 1600° mit dem Stickstoffthermometer und mit dem Spectralphotometer.

Die Scale des Stickstoffthermometers wurde bis 1600° verwirklicht und ein Thermoelement an diese Scale angeschlossen. Auf dieser Grundlage ergab sich der Schmelzpunkt des Palladiums zu 1575°. Ferner wurde das Gesetz der schwarzen Strahlung im sichtbaren Gebiet neu geprüft und für dessen Constante der Werth 14200 gefunden.

Bestimmung der Säcularbewegung des V. Jupitermondes.

Von H. Struve.

Die Beobachtungsreihen des V. Jupitermondes, welche während der ersten drei Oppositionen nach der Entdeckung desselben theils von Barnard am Lick-Refractor, theils von mir am Pulkowaer Refractor ausgeführt worden waren, haben bereits vor zehn Jahren eine vollständige Bearbeitung durch Dr. Fritz Cohn erfahren, als deren wichtigstes Resultat eine genäherte Bestimmung der Apsiden- und Knotenbewegung sich ergab.[1] Insbesondere liessen die zahlreichen Messungen des Abstandes des Trabanten vom Ost- und Westrande des Planeten keinen Zweifel an einer merklichen Excentricität der Bahn und machten eine Bewegung des Perijoviums von beiläufig 912° im Jahre wahrscheinlich. Weniger sicher war der Schluss bezüglich der Neigung der Bahnebene gegen den Planetenäquator und der Säcularbewegung des Knotens, sowohl wegen des geringeren Beobachtungsmaterials, das hierfür zur Verfügung stand, wie auch wegen der ungenügenden Kenntniss der Positionswinkel, unter denen diese Messungen am Lick-Refractor gemacht worden waren.

Seitdem sind die Messungen des V. Trabanten von Barnard in der nämlichen Weise am 40-zölligen Yerkes-Refractor fortgesetzt worden[2], zunächst in den wegen der grösseren Jupiterentfernung weniger günstigen Jahren 1898 und 1899, dann fortlaufend von 1902 bis 1905, wobei in den letzteren Jahren auch den ebenso wichtigen Messungen der Ordinaten grössere Aufmerksamkeit geschenkt worden ist. Diese neueren Messungen haben bislang noch keine entsprechende Bearbeitung wie die früheren gefunden. Aus der Vergleichung der während der Jahre 1892—1902 bestimmten Elongationen glaubte jedoch Barnard auf einen sehr viel kleineren Betrag der Apsidenbewegung, nahe gleich 882° im Jahr, schliessen zu müssen[3], im Einklang mit dem früher von Tisserand auf demselben Wege aus den Elongationen der

[1] Astronomische Nachrichten Bd. 142 Nr. 3403—04.
[2] Astronomical Journal Vol. XX, XXIII, XXV.
[3] Astronomical Journal Vol. XXIII Nr. 544.

ersten Jahre abgeleiteten Werthe. Und dieses Resultat schien noch eine weitere Bestätigung in einer Discussion der Barnard'schen Messungen während der Jahre 1898/99 und 1902/03, welche kürzlich Miss Dobbin ausgeführt hat[1], zu finden. Mochte nun auch die von Dr. Cohn abgeleitete Säcularbewegung, da sie nur auf der Vergleichung der ersten zwei oder allenfalls drei Beobachtungsjahre beruhte, noch mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet sein, so erschien doch andererseits die Abweichung von 30° pro Jahr, welche aus den neueren Messungen gefolgert worden war, zu gross, um noch eine genügende Darstellung der älteren Beobachtungen zu ermöglichen. Diese Erwägung sowie der Umstand, dass eine vorläufige Prüfung der Beobachtungen von 1902 und 1903 zu wesentlich anderen Ergebnissen als die Rechnung von Miss Dobbin führte, veranlassten mich, die Untersuchung von Neuem aufzunehmen und auf alle Beobachtungen von Barnard am Yerkes-Refractor, einschliesslich die in den letzten Jahren zahlreicheren Messungen der Ordinaten auszudehnen, in der Hoffnung, hierdurch die Zweifel zu beseitigen, die sich hinsichtlich der Säcularbewegung des V. Trabanten und der daraus folgenden, für das Jupitersystem fundamentalen Abplattungsconstante herausgestellt hatten. Das Resultat dieser Untersuchung spricht entschieden zu Gunsten der grösseren Säcularbewegung, wie sie annähernd bereits Dr. Cohn ermittelt hatte, wenngleich die Frage auch gegenwärtig noch nicht mit völliger Gewissheit zu beantworten ist.

Im Folgenden sind nur die Anschlüsse des Trabanten an den Planeten in Betracht gezogen. Ausser diesen sind noch an der Lick-Sternwarte von Aitken und gelegentlich auch von Barnard Verbindungen mit den hellen Monden erhalten, welche jedoch erst später eine Bearbeitung finden können, sobald die zur Zeit noch sehr im Rückstande befindliche Theorie der Jupitertrabanten eine genauere Bestimmung ihrer Örter gestatten wird. Es mag aber darauf hingewiesen werden, dass Messungen der Differenzen $y_V - y_I$ oder $y_V - y_{II}$ schon gegenwärtig einen werthvollen Beitrag für die Bestimmung der Bahnebene von V liefern würden, da die Ordinaten von den Längen in der Bahn nahezu unabhängig sind und etwaige Fehler in der Annahme der Bahnebene von I oder II bei einer grösseren Zahl von Verbindungen sich grösstentheils fortheben.

I.

Die Beobachtungen am Yerkes-Refractor sind von Barnard in der nämlichen Weise wie die früheren Beobachtungen am Lick-Refractor

[1] Astronomical Journal Vol. XXIV Nr. 562.

ausgeführt und bestehen in Filarmikrometer-Messungen der Abstände des Trabanten vom Rande des Planeten, in der Richtung des äquatorealen und polaren Durchmessers. Dieselben mögen im Folgenden durch ξ, η bezeichnet werden, durch x, y die entsprechenden Coordinaten, gerechnet vom Centrum des Planeten. Die grössere Zahl der Messungen bezieht sich in den ersten Jahren auf die Coordinate ξ, wobei der Trabant in der Regel nur an den nächsten Rand angeschlossen wurde. Erst in den letzten Jahren finden sich auch häufiger Messungen von η, die sich ziemlich gleichförmig auf den Nord- und Südrand vertheilen. Indem die Messungen von ξ nur die Elemente u, e, π, Δ, die Messungen von η nur die Elemente der Bahnebene zu bestimmen erlauben, können sie getrennt voneinander behandelt werden.

Die Messungen der Abstände ξ vom Ost- und Westrande, wie sie im Astronomical Journal veröffentlicht sind, wurden der Zeitfolge nach zu Mitteln vereinigt, wobei durchschnittlich das Intervall von 10 Minuten eingehalten und nur ausnahmsweise überschritten wurde. Auf die Zahl der Einstellungen, auf denen jede einzelne Angabe beruht, in der Regel drei, zuweilen zwei oder vier, ist bei der Mittelbildung keine Rücksicht genommen. Es war ferner nöthig, die selteneren und weniger zuverlässigen Messungen in Bezug auf den entfernteren Rand von den zahlreichen Messungen in Bezug auf den näheren Rand zu trennen. Wo es erforderlich war, sind die Messungen wegen der Phase des Planeten verbessert. Dies gilt insbesondere von den Jahren 1898 und 1899, wo die Phase in den Angaben für ξ noch nicht berücksichtigt war; bei diesen Messungen wurde ausserdem auf die im Astronomical Journal Nr. 544 erwähnte kleine Verbesserung des ursprünglich angenommenen Schraubenwerthes Rücksicht genommen. Die Reduction der Distanzen auf die Richtung des Planetenäquators konnte vernachlässigt werden, da die Messungen nur in der Nähe der Elongationen angestellt sind und nur ausnahmsweise der Positionswinkel um mehr als 1° von der Richtung des Planetenäquators abwich.

Damit sind in der folgenden Zusammenstellung die beobachteten Coordinaten ξ in der Columne B. erhalten, denen die Zahl der Einstellungen beigefügt ist. Aus dem Vorzeichen und der Grösse von ξ ist ersichtlich, ob der Trabant vorausging oder folgte und an welchen Rand er angeschlossen worden ist. Bei den Beobachtungszeiten ist die Lichtgleichung noch nicht berücksichtigt. Einige ganz offenkundige Fehler in den publicirten Angaben sind berichtigt und ein paar vereinzelte ganz zweifelhafte Beobachtungen fortgelassen.

Zur Vergleichung wurde eine Kreisbahn im Planetenäquator vorausgesetzt, die auf den folgenden Annahmen beruht:

Epoche 1903 Sept. 1.0 Gr.

Länge des Trabanten	$u = 195°095$	
Tägliche Bewegung	$n = 722.63178$	
Bewegung in 365 Tagen	$+240.600$	
Mittlere Elongation	$\Delta_0 = 47''965$	für $(\rho) = 5.20280$
Aequatorealer Durchmesser des Planeten	$2a_0 = 38.490$	»

Die Bezeichnungsweise ist die übliche, wobei die Längen vom Frühlingsäquinoctium für Jupiter gezählt sind. Die Reductionsgrössen $U = L - O$, B, P konnten den in den Monthly Notices veröffentlichten Ephemeriden von CROMMELIN, die auf den von MARTH-SOUILLART adoptirten Elementen des Planetenäquators beruhen, entnommen werden. Die Werthe von u und n sind nach einer vorläufigen Rechnung angenommen, die eine geringfügige Vergrösserung der von Dr. F. COHN gefundenen mittleren Bewegung wahrscheinlich machte. Für Δ_0 ist ein Werth vorausgesetzt, welcher um 0''10 kleiner ist als der aus der Umlaufszeit folgende, entsprechend dem früher von Dr. COHN und auch von BARNARD gefundenen Resultat, für $2a_0$ der Werth nach der früheren BARNARD'schen Bestimmung (Astron. Journal Nr. 325). Übrigens lässt sich aus den vorhandenen Messungen nur die Differenz $\Delta_0 - a_0$ mit einiger Sicherheit bestimmen.

Auf Grund dieser Annahmen wurden die Abscissen

$$\xi = \Delta \sin(u - U) \pm a$$

berechnet, aus denen sich die Abweichungen der Beobachtungen von der vorausgesetzten Bahn, die in der Columne B.—R. aufgeführt sind, ergeben; die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf die Verbindungen mit dem entfernteren Rand.

1898		Gr. M. Z.			B. ξ	Zahl d. Einst.	B.—R.
März	2	18h	13m	24s	+27''79	3	−0''96
			45	28	+32.60	6	+0.03
			57	25	+32.65	4	−0.25
		19	19	21	+31.78	5	−0.18
			34	18	+30.43	6	+0.25
	6	17	27	49	+23.13	5	−0.40
			44	45	+27.32	7	−0.30
		18	1	51	+30.70	10	+0.06
			20	16	+32.72	8	+0.14
			33	26	+33.11	8	+0.03
			47	7	+32.82	9	0.00
		19	1	45	+31.57	8	−0.13
			18	38	+29.33	8	+0.04
			33	45	+26.10	5	−0.08
			50	11	+21.63	6	−0.22
April	5	15	21	55	+32.26	8	+0.63
			36	34	+33.20	9	+0.23
			54	58	+33.31	12	−0.06
		16	5	35	+32.89	11	−0.06

1898		Gr. M. Z.			B. ξ	Zahl d. Einst.	B.—R.
April	5	16h	18m	0s	+32''10	11	+0''26
			30	25	+30.53	10	+0.44
			44	2	+27.58	7	+0.12
			54	26	+24.82	9	−0.16
	20	14	51	50	+31.63	9	−0.13
		15	4	28	+30.32	11	+0.06
			17	10	+28.06	12	−0.05
			30	34	+25.16	11	0.00
			43	41	+21.95	10	+0.31
	26	13	41	8	+31.77	11	−0.16
		14	8	4	+32.00	12	−0.23
			19	17	+31.28	9	−0.19
			32	10	+30.09	9	+0.13
			48	38	+26.83	7	−0.26
			57	15	+25.10	5	−0.05
1899							
April	18	20	2	34	+32.23	5	−0.74
			11	18	+31.64	4	−0.49
			19	54	+31.13	4	+0.13

Datum	Gr. M. Z.			B. ξ	Zahl d. Einst.	B.–R.
1899						
April 20	19ʰ	1ᵐ	55ˢ	+31″.67	10	+0″.10
25	18	3	8	+25.62	6	+0.19
		10	38	+27.55	10	+0.29
		23	20	+29.98	12	+0.12
		36	26	+31.96	10	+0.08
		49	37	+33.51	12	+0.33
	19	18	10	+33.51	8	+0.09
		28	45	+32.91	8	+0.28
		42	4	+31.09	9	+0.14
		53	35	+28.95	9	+0.05
	20	1	25	+27.07	9	−0.14
		14	22	+24.20	12	+0.28
		27	22	+20.48	9	+0.48
Mai 1	17	13	3	+20.53	6	+0.07
		20	56	+22.81	6	−0.07
		35	50	+26.96	8	+0.15
		49	3	+29.74	8	+0.14
	18	1	28	+31.73	11	+0.14
		14	35	+33.25	10	+0.26
		26	26	+33.87	10	+0.24
		36	57	+33.94	11	+0.26
		50	47	+33.23	12	+0.19
	19	4	2	+31.72	11	+0.06
		15	4	+30.04	9	+0.10
		28	18	+27.24	9	0.00
		39	53	+24.29	9	−0.04
		50	20	+21.35	5	+0.07
23	15	32	40	+24.89	6	−0.43
		51	6	+29.14	8	−0.06
	16	5	7	+31.29	11	+0.04
		15	34	+32.31	10	+0.04
		27	47	+33.18	12	+0.30
		43	15	+32.81	12	+0.06
		56	37	+32.06	11	+0.24
Juni 13	15	9	4	+30.46	12	+0.43
		19	34	+28.87	7	+0.18
		29	45	+27.00	6	+0.01
16	14	28	29	+31.19	12	−0.05
		40	39	+31.14	12	+0.28
		53	44	+29.80	11	+0.02
	15	4	25	+28.49	8	+0.10
		14	27	+26.73	9	+0.02
18	15	4	22	+26.31	7	−0.22
19	14	29	3	+30.03	8	−0.33
		41	56	+29.17	8	+0.05
		51	16	+27.39	5	−0.44
	15	1	56	+25.73	6	−0.21
1902						
Juli 21	19	41	30	−29.00	6	−0.01
		47	40	−79.90	3	(−0.40)
		53	12	−31.76	3	−0.04

Datum	Gr. M. Z.			B. ξ	Zahl d. Einst.	B.–R.
1902						
Juli 28	18ʰ	43ᵐ	7ˢ	−72″.85	6	(−0″.30)
		49	34	−25.30	9	+0.05
		56	36	−27.40	7	+0.06
	19	1	41	−77.86	5	(+0.26)
		9	17	−30.80	8	−0.07
		22	27	−33.44	6	−0.02
		42	12	−36.03	12	−0.04
		48	54	−86.10	5	(−0.37)
		55	30	−36.71	12	0.00
	20	5	52	−36.37	12	+0.32
		18	57	−35.72	12	+0.23
		30	18	−34.57	9	+0.08
		39	15	−32.93	7	+0.29
Aug. 5	18	59	8	−35.90	9	+0.27
	19	14	4	−87.35	5	(−1.10)
		21	26	−36.72	12	+0.07
		29	16	−36.45	7	0.00
		38	15	−35.87	10	−0.16
21	16	46	13	−27.75	6	−0.12
		55	28	−30.38	9	−0.36
	17	13	39	−34.04	12	−0.37
		26	0	−35.37	12	−0.05
		41	12	−36.73	15	−0.33
25	16	43	8	−31.78	12	+0.16
		54	55	−33.81	12	+0.16
	17	6	53	−35.07	12	+0.34
		21	2	−36.33	12	−0.08
		35	37	−36.29	12	−0.13
		47	12	−35.34	12	+0.04
		59	16	−34.15	12	−0.24
Sept. 9	15	26	12	−31.69	12	+0.04
		35	6	−33.25	12	−0.11
		43	39	−34.66	12	−0.47
		51	41	−35.08	13	−0.22
	16	0	29	−35.47	12	−0.21
		6	42	−35.37	12	−0.03
		13	15	−35.54	12	−0.31
		19	26	−35.30	12	−0.34
		25	36	−34.73	12	−0.22
		34	59	−33.63	12	−0.15
		41	4	−32.92	10	−0.28
		50	32	−31.30	9	−0.33
		57	20	−29.89	10	−0.33
Oct. 7	13	34	35	−32.67	12	−0.01
		48	23	−32.31	12	+0.29
	14	3	22	−31.65	12	−0.02
		15	18	−30.41	11	−0.20
1903						
Juli 21	19	4	23	+27.67	6	−0.64
		20	50	+31.25	6	−0.29
		38	42	+33.70	12	−0.04
		53	54	+34.41	12	−0.09

1903		Gr. M. Z.			B. ξ	Zahl d. Einst.	B.–R.
Juli	21	20h	5m	38s	+34.59	12	+0.18
			17	28	+33.66	12	−0.04
			28	55	+32.64	12	+0.20
			41	58	+30.40	11	+0.09
Aug.	11	17	48	56	+35.47	12	−0.47
		18	2	20	+36.12	11	−0.32
	17	16	56	33	+33.67	12	−0.48
		17	7	14*	+35.17	12	−0.39
			17	7	+36.20	12	−0.22
			25	42	+36.70	12	−0.09
			35	48	+36.80	12	+0.02
			46	27	+36.38	12	+0.06
			56	13	+35.35	12	+0.07
		18	8	25	+33.70	12	+0.22
			19	5	+31.94	7	+0.58
	24	17	3	20	+36.29	6	−0.63
			22	45	+34.93	6	−0.05
			37	21	+32.62	8	+0.25
	31	15	38	6	+34.77	12	+0.18
			47	21	+36.17	11	+0.25
			53	39	+87.07	7	(+0.19)
		16	0	27	+37.31	12	+0.18
			8	5	+37.70	12	+0.24
			14	23	+37.78	7	+0.27
			20	8	+87.89	8	(+0.20)
			28	40	+37.31	15	+0.36
			37	43	+36.19	12	+0.11
			44	41	+86.02	7	(+0.58)
			50	49	+34.13	10	−0.02
Sept.	1	15	49	36	+36.66	7	−0.11
		16	2	57	+37.64	12	+0.15
			15	49	+37.46	12	+0.07
			26	8	+36.99	12	+0.27
	21	14	3	6	+37.34	15	+0.31
			11	43	+88.31	6	(+0.55)
			20	33	+37.83	12	+0.31
			30	42	+37.48	12	+0.37
			40	27	+36.59	9	+0.32
			47	32	+86.22	8	(+0.54)
			56	51	+34.17	12	+0.31
		20	13	35	−37.41	12	+0.10
	22	14	7	32	+37.71	15	+0.25
			22	5	+37.26	13	+0.01
			35	40	+36.10	6	−0.08
	28	14	47	20	+27.03	11	+0.48
			58	10	+23.46	8	+0.44
Oct.	13	18	3	50	−35.71	13	+0.16
			14	29	−35.98	9	+0.28
			24	46	−35.80	8	+0.34
	20	12	37	9	+28.47	14	−0.23
	26	12	48	58	+14.34	11	+0.02

1903		Gr. M. Z.			B. ξ	Zahl d. Einst.	B.–R.
Oct.	26	16h	46m	27s	−33.97	14	+0.06
			56	16	−34.61	15	+0.16
		17	9	28	−34.84	13	+0.27
			23	26	−34.25	12	+0.35
1904							
Aug.	27	20	40	18	+23.76	11	−0.45
			46	53	+72.33	7	(−0.16)
		21	16	22	+31.95	7	−0.23
			23	7	+79.44	13	(−0.06)
			29	56	+33.73	10	−0.04
			55	55	+34.44	9	−0.14
		22	1	28	+81.53	8	(+0.72)
			7	50	+34.01	12	+0.06
			16	11	+33.14	9	+0.01
Sept.	3	19	59	52	+23.80	7	−0.15
		20	7	43	+74.14	7	(+0.55)
			36	7	+32.15	7	−0.31
			44	7	+81.43	7	(+0.47)
			52	48	+34.32	12	−0.20
		21	2	5	+82.53	12	(+0.05)
			13	46	+35.06	15	−0.27
			24	17	+82.51	9	(+0.15)
			32	10	+34.13	12	−0.30
			40	0	+33.32	9	−0.26
	5	20	49	5	+34.57	12	−0.64
		21	1	50	+83.25	8	(+0.12)
			14	59	+34.56	12	−0.52
	24	19	33	27	+36.31	9	−0.06
			39	25	+84.99	8	(−0.42)
Oct.	1	18	51	30	+36.63	8	−0.32
			59	7	+86.65	8	(+0.23)
		19	5	7	+35.12	8	−0.52
	15	18	15	22	+29.63	5	(−0.96)
	17	16	33	29	+34.13	10	−0.41
			41	28	+86.17	11	(−0.15)
			48	21	+36.27	9	−0.33
			54	12	+36.87	10	−0.26
			59	32	+88.07	4	(+0.07)
		17	8	17	+37.18	15	−0.54
			18	35	+37.26	13	−0.28
			31	12	+36.24	14	−0.39
	29	15	27	11	+33.82	8	−0.45
			33	22	+85.62	9	(+0.11)
			42	1	+35.98	12	−0.35
			53	32	+37.14	13	−0.09
		16	3	16	+37.34	13	−0.15
			14	11	+37.27	12	+0.04
			25	12	+36.46	13	+0.06
			35	25	+35.36	10	+0.23
	31	15	35	14	+35.95	11	−0.71
			49	15	+36.72	13	−0.67

1904	Gr. M. Z.	B. ξ	Zahl d. Einst.	B.—R.
Oct. 31	16h 0m 50s	+36″80	12	−0″47
	14 42	+36.14	13	−0.16
Nov. 5	15 31 20	+36.87	12	−0.24
	42 56	+36.37	10	−0.10
26	13 44 55	+35.04	13	−0.24
	55 7	+82.46	10	(+0.28)
	14 3 26	+33.32	12	−0.21
Dec. 5	13 36 1	+29.70	6	+0.46
	40 42	+75.08	6	(+0.40)
	47 8	+26.88	12	+0.27
	53 47	+71.62	6	(+0.32)

1905	Gr. M. Z.	B. ξ	Zahl d. Einst.	B.—R.
Nov. 25	19h 25m 35s	+34″24	7	−0″58
	30 11	+83.19	6	−0.44[1]
	37 16	+32.54	13	−0.33
	45 0	+80.31	6	−0.45
Dec. 5	13 0 45	−29.28	4	−0.49
	4 58	−77.22	4	−0.38
	17 38 37	+35.42	8	−0.13
	45 49	+85.04	9	−0.32
	55 39	+36.47	8	−0.18
26	15 43 7	+33.88	7	−0.20
	56 26	+82.62	5	+0.06
	16 3 10	+33.48	1	(−1.87)

Mit Ausnahme des Jahres 1902 sind, wie man sieht, fast alle Messungen in der Nähe der östlichen Elongation erhalten, weitaus die überwiegende Mehrzahl bezieht sich ausserdem auf den näheren Planetenrand. Nur im Jahre 1904 ist der Trabant häufiger an beide Ränder angeschlossen, was für die Beurtheilung der Frage, ob der aus directen Bestimmungen abgeleitete Planetendurchmesser auch bei diesen Messungen vorausgesetzt werden darf, sehr werthvoll ist. Bei der Vergleichung benachbarter B.—R. in Bezug auf beide Ränder stellt sich in der That ein merklicher Unterschied zwischen denselben heraus, welcher sich nur durch eine Vergrösserung des Planetendurchmessers erklären lässt, und zwar erhält man im Mittel aus 16 Vergleichungen:

$$\text{für 1904} \qquad d(2a_0) = +0''30\,.$$

Dies würde besagen, dass bei diesen Messungen, bei denen der Beobachter abwechselnd ein sehr lichtschwaches Object und den Planetenrand zu fixiren hatte, die scheinbare Begrenzung des Planeten etwas weiter hinausgerückt wurde als bei den directen Durchmesserbestimmungen. Bei den wenigen vorhandenen Vergleichungen für die anderen Jahre bleibt es jedoch fraglich, ob man diese Correction als unveränderlich für alle Jahre annehmen darf. Im Gegentheil lässt die Anwendung eines geschwärzten Glimmerplättchens (smoked mica), mit welchem die Hälfte des Gesichtsfeldes bedeckt wurde, um den Planeten abzublenden und die Sichtbarkeit des Trabanten zu erleichtern, eine Abhängigkeit des scheinbaren Durchmessers von dem jeweiligen Grade der Schwärzung des Plättchens erwarten. Es erschien daher am richtigsten, von den weniger zahlreichen Anschlüssen des Trabanten an den entfernteren Rand, die nach der Angabe des Beobachters auch grössere Schwierigkeiten bereiteten und weniger sicher

[1] Bei den wenigen Messungen 1905 sind auch die Anschlüsse an den entfernteren Rand mitgenommen, da sie nicht merklich von den anderen abweichen.

waren, ganz abzusehen und für die Bestimmung der Bahnelemente nur die Anschlüsse an den näheren Rand zu verwenden.

Die Bedingungsgleichungen in ξ haben die Form:

$$d\xi = \Delta \cos(u-U)\,du + e\Delta(\sin(U-\pi) + \cos(u-U)\sin(u-\pi)) + x\cdot\frac{d\Delta_0}{\Delta_0} \pm \Delta\frac{da_0}{\Delta_0},$$

wo e, π Excentricität und Länge des Perijoviums, in derselben Weise wie u gezählt, bedeuten und das positive oder negative Zeichen im letzten Gliede zu nehmen ist, je nachdem die Messung auf den West- oder Ostrand sich bezieht. Beachtet man, dass die Messungen alle in der Nähe der Elongationen gemacht sind, und schliesst die Anschlüsse an den entfernteren Rand aus, so vereinigen sich die beiden letzten Glieder näherungsweise in $\pm\Delta\cdot\frac{d(\Delta_0-a_0)}{\Delta_0}$. Die Beobachtungen gestatten alsdann, wie auch a priori ersichtlich, nur die Bestimmung von $\Delta_0 - a_0$. Setzt man weiter $\pi = \pi_0 + d\pi$, so kann den Bedingungsgleichungen nunmehr die Form:

$$d\xi = a\cdot du + b\cdot e\sin\pi_0 + c\cdot e\cos\pi_0 \pm \Delta\frac{d(\Delta_0-a_0)}{\Delta_0}$$

$$a = \Delta\cos(u-U)$$

$$b = -\Delta(\cos(U-d\pi) + \cos(u-U)\cos(u-d\pi))$$

$$c = \Delta(\sin(U-d\pi) + \cos(u-U)\sin(u-d\pi))$$

gegeben werden, wo $d\pi$ die Bewegung des Perijoviums von der Epoche, für welche π_0 gilt, bedeutet. Um für diese Bewegung gleich einen genähert richtigen Werth in die Bedingungsgleichungen einzuführen, wurden die Abweichungen B.—R. mit dem Winkel $U-\pi$ unter verschiedenen Voraussetzungen für die jährliche Bewegung verglichen, indem in erster Näherung $d\xi = e\Delta\sin(U-\pi)$ in der Nähe der Elongationen gesetzt werden kann. Es zeigte sich dabei sogleich, dass die Abweichungen im Grossen und Ganzen nur durch die Annahme einer jährlichen Bewegung von 910°—920° erklärt werden können. Für die weitere Rechnung wurde daher der vorläufige Werth $d\pi : dt = +918\overset{\circ}{.}0$ in 365 Tagen angenommen. Da ferner die Correction der Länge nur gering sein kann, so durfte man sich zur Vereinfachung der Rechnung erlauben, die Abweichungen B.—R. in der oben durch Abtheilungsstriche bezeichneten Weise zusammenzufassen. In der folgenden Zusammenstellung sind die so erhaltenen Mittelwerthe von B.—R. mit dem Argument $u-U$ gegeben und zugleich die Gewichte beigefügt, wobei als Einheit des Gewichts das Mittel aus 10 Einstellungen angenommen ist. In der letzten Columne sind die nach der Auflösung übrigbleibenden Fehler v aufgeführt.

	$u-U$	B.–R.	Gew.	v	v für $e=0.00285$
1898					
März 2	81°2	−0°29	1.3	−0°36	−0°36
	104.5	+0.04	1.1	−0.02	+0.03
6	60.0	−0.34	1.2	−0.40	−0.40
	77.4	+0.10	1.8	+0.07	+0.08
	92.2	+0.02	1.7	−0.04	+0.01
	107.2	−0.05	1.6	−0.11	−0.03
	123.1	−0.15	1.1	−0.21	−0.10
April 5	78.2	+0.42	1.7	+0.40	+0.54
	94.7	−0.06	2.3	−0.09	+0.04
	106.7	+0.35	2.1	+0.32	+0.46
	119.3	−0.02	1.6	−0.04	+0.11
20	104.4	−0.03	2.0	−0.06	+0.01
	120.6	+0.09	3.3	+0.06	+0.13
26	88.7	−0.20	2.3	−0.22	−0.16
	104.2	−0.03	1.8	−0.06	−0.03
	118.0	−0.16	1.2	−0.20	−0.17
1899					
April 18	103.5	−0.37	1.3	−0.46	−0.57
20	74.2	+0.10	1.0	+0.05	−0.09
25	63.1	+0.20	2.8	+0.12	−0.03
	84.4	+0.17	3.0	+0.09	−0.02
	107.8	+0.16	2.6	+0.07	−0.01
	124.4	+0.21	3.0	+0.11	+0.03
Mai 1	58.2	+0.07	2.8	−0.01	−0.15
	80.6	+0.21	3.1	+0.13	+0.04
	98.8	+0.17	3.3	+0.09	+0.04
	120.3	+0.03	3.2	−0.06	−0.09
23	68.0	−0.15	2.5	−0.21	−0.17
	84.0	+0.17	2.2	+0.11	+0.17
	98.2	+0.15	2.3	+0.10	+0.18
Juni 13	107.4	+0.26	2.5	+0.23	+0.37
16	94.0	+0.12	2.4	+0.09	+0.22
	108.9	+0.05	2.8	+0.02	+0.16
18	114.2	−0.22	0.7	−0.24	−0.10
19	102.3	−0.14	1.6	−0.17	−0.04
	112.9	−0.32	1.1	−0.34	−0.21
1902					
Juli 21	244.0	−0.02	0.9	−0.13	
28	241.8	+0.01	3.0	−0.08	
	267.3	+0.09	3.6	0.00	
	284.7	+0.20	2.8	+0.09	
Aug. 5	273.0	+0.05	3.8	+0.01	
21	244.3	−0.28	2.7	−0.18	
	262.5	−0.19	2.7	−0.11	
25	251.0	+0.16	2.4	+0.28	
	267.0	+0.04	3.6	+0.14	
	283.0	−0.10	2.4	0.00	
Sept. 9	254.3	−0.18	3.6	+0.02	
	266.7	−0.15	3.7	+0.02	
	276.7	−0.29	3.6	+0.13	
	289.8	−0.27	4.1	−0.12	

	$u-U$	B.–R.	Gew.	v
1902				
Oct. 7	271°5	+0°14	2.4	+0°24
	284.0	−0.11	2.3	−0.03
1903				
Juli 21	78.3	−0.20	3.6	+0.04
	103.0	+0.11	4.3	+0.25
Aug. 11	86.0	−0.40	2.3	−0.27
17	78.0	−0.36	3.6	−0.22
	93.0	0.00	3.6	+0.03
	107.6	+0.24	3.1	−0.17
24	104.7	−0.14	2.0	−0.26
31	74.5	+0.21	2.3	+0.24
	86.6	+0.22	3.1	−0.17
	103.0	+0.15	3.7	−0.02
Sept. 1	85.7	+0.06	1.9	+0.01
	96.5	+0.17	2.4	+0.04
21	87.0	+0.31	2.7	+0.13
	102.7	+0.33	3.3	+0.07
	269.0	+0.10	1.2	−0.10
22	93.0	+0.09	3.4	−0.11
28	127.0	+0.46	1.9	+0.07
Oct. 13	268.7	+0.26	3.0	+0.11
20	118.0	−0.23	1.4	−0.36
26	140.0	+0.02	1.1	−0.10
	261.5	+0.11	2.9	+0.01
	274.5	+0.31	2.5	+0.30
1904				
Aug. 27	69.3	−0.24	2.8	0.00
	98.3	−0.02	3.0	+0.16
Sept. 3	68.7	−0.22	2.6	+0.08
	98.3	−0.28	3.6	−0.05
5	90.5	−0.58	2.4	−0.32
24	98.0	−0.06	0.9	+0.28
Oct. 1	100.0	−0.42	1.6	−0.09
17	75.5	−0.37	1.9	+0.08
	85.5	−0.40	2.5	−0.03
	97.5	−0.33	2.7	−0.04
29	75.5	−0.40	2.0	−0.03
	87.5	−0.12	2.6	+0.15
	100.7	+0.11	3.5	+0.28
31	84.5	−0.69	2.4	−0.41
	101.5	−0.31	2.5	−0.16
Nov. 5	96.0	−0.17	2.2	−0.02
26	100.5	−0.23	2.5	−0.25
Dec. 5	119.0	+0.33	1.8	+0.19
1905				
Nov. 25	106.0	−0.51	1.3	−0.24
	112.3	−0.37	1.9	−0.11
Dec. 5	300.5	−0.43	0.8	−0.27
	83.0	−0.22	2.5	+0.16
26	82.0	−0.09	1.2	+0.30

Wegen der geringeren Zahl von Messungen in den Jahren 1898, 1899, 1905 wurden erstere mit einander, letztere mit denen von 1904 vereinigt. Es ergaben sich alsdann folgende Normalgleichungen und Auflösungen:

1898—99.

	du	$e\sin\pi_0$	$e\cos\pi_0$	$\frac{d(\Delta_0 - a_0)}{\Delta_0}$	n
du	+24386	+ 25630	+ 1530	− 22617	− 18.37
$e\sin\pi_0$		+161840	+ 61422	− 7824	+ 71.47
$e\cos\pi_0$			+130878	+ 84376	+127.92
$\frac{d(\Delta_0 - a_0)}{\Delta_0}$				+219553	+223.67

Mittlere Epoche 1898.9

Epoche von π_0 1899 Jan. 1 $16^h.4$ Gr.

$du = -0°.024$ $\pm 0°.074$

$e\sin\pi_0 = +0.00050$ ± 0.00054

$e\cos\pi_0 = +0.00014$ ± 0.00065

$d(\Delta_0 - a_0) = +0''.045$ $\pm 0''.023$

$(nn) = 2.41$ $(vv) = 2.15$ w. F. einer Gl. $\pm 0''.175$

1902.

	du	$e\sin\pi_0$	$e\cos\pi_0$	$\frac{d(\Delta_0 - a_0)}{\Delta_0}$	n
du	10085	− 2788	− 14913	+ 8649	+ 3.83
$e\sin\pi_0$		+99704	− 3173	+ 82849	+245.28
$e\cos\pi_0$			+102583	− 64209	+ 61.50
$\frac{d(\Delta_0 - a_0)}{\Delta_0}$				+170516	+186.66

Mittlere Epoche 1902.6

Epoche von π_0 1903 Sept. 1 $16^h.4$ Gr.

$du = +0°.148$ $\pm 0°.107$

$e = 0.00263$ ± 0.00080

$\pi_0 = 62°.0$ $\pm 13°.8$

$d(\Delta_0 - a_0) = +0''.014$ $\pm 0''.031$

$(nn) = 1.43$ $(vv) = 0.71$ w. F. einer Gl. $\pm 0''.165$

1903.

	du	$e\sin\pi_0$	$e\cos\pi_0$	$\frac{d(\Delta_0 - a_0)}{\Delta_0}$	n
du	+11966	− 7360	− 12224	− 15754	− 82.43
$e\sin\pi_0$		+115567	− 16695	+ 73641	+312.09
$e\cos\pi_0$			+141980	− 96019	+233.59
$\frac{d(\Delta_0 - a_0)}{\Delta_0}$				+221512	+ 87.94

Mittlere Epoche 1903.7

Epoche von π_0 1903 Sept. 1 $16^h.4$ Gr.

$du = -0°.211$ $\pm 0°.141$

$e = 0.00318$ ± 0.00091

$\pi_0 = 60°.0$ $\pm 10°.5$

$d(\Delta_0 - a_0) = -0''.004$ $\pm 0''.034$

$(nn) = 3.27$ $(vv) = 1.69$ w. F. einer Gl. $\pm 0''.207$

1904—05.

	du	$e \sin \pi_0$	$e \cos \pi_0$	$\frac{d(\Delta_0 - a_0)}{\Delta_0}$	n
du	+9490	− 5652	+ 1842	− 7539	− 30.34
$e \sin \pi_0$		+86781	− 17329	− 39850	+359.63
$e \cos \pi_0$			+132559	− 34088	+204.01
$\frac{d(\Delta_0 - a_0)}{\Delta_0}$				+190360	−743.07

Mittlere Epoche 1904.8

Epoche von π_0 1903 Sept. 1 $16^h.4$ Gr.

$du = -0''.263 \quad \pm 0''.131$

$e = 0.00273 \quad \pm 0.00091$

$\pi_0 = 67°.1 \quad \pm 6°.7$

$d(\Delta_0 - a_0) = -0''.162 \quad \pm 0''.026$

$(nn) = 5.62 \quad (vv) = 1.86 \quad$ w. F. einer Gl. $\pm 0''.211$

Der Vergleichung obiger Resultate schicken wir die Discussion der Ordinatenmessungen voraus.

II.

Die Messungen der Ordinaten, welche in den ersten Jahren nur ausnahmsweise, von 1904 an aber häufiger gemacht worden sind, vertheilen sich ziemlich gleichförmig in Bezug auf den Nord- und Südrand des Planeten. Da es auch hier zweifelhaft war, ob man den aus directen Messungen abgeleiteten polaren Durchmesser zur Reduction dieser Beobachtungen benutzen dürfte, so empfahl sich der einfachere Weg, aus den Messungen von η ohne Weiteres die Ordinaten y in Bezug auf das Centrum der Scheibe zu bilden. Gegenüber dem Vortheil, den von Tag zu Tag wechselnden, von der Durchsichtigkeit der Luft und anderen Nebenumständen abhängenden scheinbaren Durchmesser des Planeten zu eliminiren, fällt der Nachtheil, dass die Einstellungen in Bezug auf beide Ränder nicht ganz symmetrisch und nicht ganz gleich an Zahl angestellt sind, kaum in's Gewicht. Auch brauchten hierbei nur die Beobachtung vom 26. Oct. 1903 und die erste Beobachtung vom 5. Dec. 1904 als unvollständig ausgeschlossen zu werden.

In der folgenden Übersicht sind zunächst die beobachteten Werthe von η in Bezug auf beide Ränder, die Zahl der Einstellungen und die Abweichungen des Positionswinkels p des Mikrometerfadens von der Richtung des äquatorealen Durchmessers p_0 zusammengestellt, ferner die daraus gebildeten Mittelwerthe y in Bezug auf das Centrum.

Aus den oben angenommenen Elementen für die Kreisbahn im Planetenäquator ergaben sich alsdann mit den Hülfsgrössen U, B, die ebenso wie p_0 den Ephemeriden von Crommelin in den Monthly Notices entnommen wurden, die Ordinaten

$$y = \Delta \sin B \cos(u - U) + x \sin(p - p_0)$$

und daraus deren Abweichungen von den Beobachtungen im Sinne B.—R. Bezeichnet man mit γ, θ Neigung und Knotenlänge der Bahnebene in Bezug auf den Planetenäquator, θ von demselben Punkt aus gezählt wie u und π, so hat man mit genügender Genauigkeit:

$$dy = \Delta \cos B \cdot \gamma \sin(u - \theta)$$

oder, wenn man $\theta = \theta_0 + d\theta$ setzt, wo $d\theta$ die Änderung der Knotenlänge von der Epoche, für welche θ_0 gilt, bedeutet:

$$dy = a \cdot \gamma \sin \theta_0 + b \cdot \gamma \cos \theta_0 + \delta y$$
$$a = -\Delta \cos B \cos(u - d\theta)$$
$$b = +\Delta \cos B \sin(u - d\theta)$$

Den Bedingungsgleichungen ist eine Constante δy hinzugefügt, um einer etwaigen Verschiedenheit der Einstellungen auf den Nord- und Südrand Rechnung zu tragen. Die Nothwendigkeit der Einführung einer solchen Constante, welche als die Abweichung des Schwerpunkts vom optischen Centrum des Planeten definirt werden kann, hatten schon meine früheren Messungen am Saturnsystem zweifellos dargethan und auch die vorliegenden Messungen von Barnard 1904 lassen den Einfluss dieser Fehlerquelle deutlich erkennen.

	Gr. M. Z.	B. η		$p-p_0$	Gr. M. Z.	B. y	B.—R.	Gew.	v
1898									
April 26	13h 52m 29s	+20″15	5 S	−0°19	13h 55m 20s	−0″24	−0″02	1	+0″08
	58 11	−20.63	5 N						
1899									
April 20	19 14 6	+21.19	5 S	+0.65	19 17 10	+0.10	−0.07	1	−0.37
	20 15	−20.98	6 N						
	26 12	+22.21	4 S	+0.65	19 28 2	+0.88	+0.39	1	+0.06
	29 53	−20.45	3 N						
25	19 2 44	+22.31	4 S	+0.70	19 5 14	+1.02	+0.35	1	−0.04
	7 44	−20.27	6 N						
1902									
Juli 28	19 30 7	+23.30	4 S	+0.12	19 32 3	+0.21	+0.34	1	−0.12
	33 59	−22.88	5 N						
Sept. 9	17 5 45	+22.02	5 S	−0.15	17 12 18	−0.37	−0.45	2	−0.15
	12 38	−22.73	10 N						
	18 10	+21.96	6 S						
1903									
Aug. 31	16 57 40	+22.62	5 S	−0.12	16 59 40	−1.42	−0.43	1	+0.02
	17 1 40	−25.47	5 N						
Sept. 21	15 6 55	+22.82	7 S	+0.26	15 14 25	−1.14	−0.38	2	+0.05
	14 21	−24.74	10 N						
	22 5	+22.10	6 S						
Oct. 20	12 46 45	+22.41	4 S	0.00	12 48 10	−0.48	+0.53	1	+0.41
	51 35	−23.38	7 N						
26	(12 58 6	−23.38)	3 N						

1904	Gr. M. Z.	B. η		$p-p_0$	Gr. M. Z.	B. y	B.–R.	Gew.	v
Aug. 27	20h 53m 32s	−20°15	6 N	0°00	20h 56m 11s	+1°61	+0°14	1	+0°01
	58 50	+23.37	9 S						
	21 5 24	−20.23	7 N	0.00	21 7 32	+1.66	+0.48	1	+0.34
	9 41	+23.55	5 S						
Sept. 3	20 16 15	+25.56	7 S	+1.35	20 20 27	+3.09	+0.39	1	+0.21
	24 40	−19.38	8 N						
	21 50 20	−22.35	6 N	+1.35	21 53 35	−0.30	−0.41	1	−0.49
	56 49	+21.75	7 S						
	22 4 33	−22.69	5 N	+1.35	22 6 23	−0.53	−0.24	1	−0.28
	8 12	+21.63	5 S						
5	21 34 9	−24.65	4 N	−1.37	21 38 18	−2.20	+0.21	1	+0.14
	42 28	+20.25	6 S						
12	19 24 34	+25.54	5 S	+0.44	19 34 30	+2.35	+0.52	1	+0.34
	44 26	−20.85	5 N						
Oct. 1	19 40 31	+20.85	5 S	−0.37	19 43 28	−2.96	−0.78	1	−0.26
	46 26	−26.77	7 N						
	20 0 29	+20.24	8 S	−0.37	20 5 33	−3.31	−0.64	1	−0.04
	10 37	−26.87	4 N						
15	17 25 13	+23.01	5 S	+0.32	17 28 0	−0.73	−0.86	1	−0.30
	30 48	−24.47	5 N						
	18 1 50	+22.55	5 S	+0.32	18 4 5	−1.53	−0.56	1	+0.11
	6 20	−25.62	5 N						
17	16 17 45	−21.00	5 N	+1.09	16 21 33	+2.44	−0.09	1	+0.28
	21 25	+26.03	5 S						
	25 37	−21.29	5 N						
	18 1 2	−24.70	6 N	+1.09	18 4 18	−1.20	−0.65	1	+0.07
	7 35	+22.29	7 S						
29	15 11 43	−22.08	6 N	+0.41	15 14 40	+1.52	−0.32	1	+0.27
	17 38	+25.13	6 S						
	17 8 24	−25.71	7 N	+0.41	17 11 51	−2.41	−0.86	1	−0.08
	15 18	+20.89	7 S						
31	15 11 53	+24.82	11 S	+0.69	15 15 56	+1.19	−0.61	2	+0.05
	20 0	−22.44	10 N						
	16 28 55	+22.45	10 S	+0.69	16 34 13	−1.23	−0.73	2	+0.05
	39 32	−24.92	10 N						
Nov. 12	15 37 30	−23.53	6 N	+2.04	15 41 27	−0.05:	−0.52	½	+0.18
	45 24	+23.43:	2 S						
14	15 5 33	+21.28	6 S	−0.13	15 10 2	−1.95	−0.90	1	−0.18
	14 30	−25.18	6 N						
	22 25	−24.85	5 N	−0.13	15 34 12	−2.29	−0.62	1	+0.09
	45 59	+20.28	5 S						
26	13 17 52	+21.75	9 S	−0.45	13 24 32	−0.89	−0.66	2	+0.01
	31 12	−23.54	10 N						
	14 16 36	+19.60	7 S	−0.45	14 21 56	−2.82	−1.12	1	−0.62
	27 16	−25.25	10 N						
Dec. 5	(12 11 15	+23.56)	7 S						
	47 8	−21.76	7 N	+0.91	12 56 13	+0.08	−0.58	2	−0.11
	13 5 18	+21.93	18 S						
	14 0 51	+20.64	5 S	+0.91	14 3 8	−1.04	+0.08	1	+0.29
	5 24	−22.72	5 N						
1905									
Oct. 28	16 3 54	−23.48	5 N	+0.79	16 7 24	−0.52:	−0.76	½	−0.42
	10 53	+22.45	1 S						

1905	Gr. M. Z.	B. η		$p-p_0$	Gr. M. Z.	B. y	B.–R.	Gew.	v
Nov. 25	18^h 55^m 56^s	+25.05	4 S						
	19 8 21	−22.18	4 N	+1.41	19^h 6^m 17^s	+1.24	+0.05	1	+0.13
	12 31	+24.28	4 S						
	15 43	−22.65	4 N	+1.41	19 15 45	+0.79	−0.11	1	+0.01
	19 1	+24.18	4 S						
	52 0	−23.58	7 N						
	58 45	+22.85	9 S	+1.41	19 58 47	−0.60	−0.10	2	+0.18
	20 5 17	−24.54	7 N						
	12 41	+22.33	9 S	+1.41	20 12 38	−1.16	−0.23	2	+0.10
	19 52	−24.78	7 N						
Dec. 5	13 12 8	−22.60	6 N	+1.71	13 14 43	+0.51	0.00	1	−0.43
	17 18	+23.62	6 S						
	22 42	−22.26	6 N	+1.71	13 25 29	+0.93	+0.06	1	−0.39
	28 16	+24.12	6 S						
	18 2 46	+23.72	3 S	+1.72	18 3 53	+0.63	−1.10	1	−0.86
	5 0	−22.45	3 N						
12	17 50 11	+23.87	5 S	+1.91	17 53 11	+0.65	−0.42	1	0.00
	56 11	−22.56	5 N						
	59 59	+23.66	3 S	+1.91	18 1 30	+0.20	−0.62	1	−0.19
	18 3 2	−23.26	4 N						
16	18 11 8	+22.08	4 S	+1.54	18 12 33	−1.09	−0.50	1	−0.02
	13 58	−24.26	5 N						

Für die Säcularbewegung des Knotens wurde hier der Werth $d\theta : dt = -916°0$ in 365 Tagen angenommen. Nur in einzelnen Fällen ist, wie oben angegeben, auf die grössere oder geringere Zahl der Einstellungen Rücksicht genommen, sonst im Allgemeinen den Gleichungen dasselbe Gewicht ertheilt. Bildet man die Normalgleichungen zunächst für drei Epochen, indem man die Messungen 1898—1903, 1904, 1905 getrennt behandelt, so erhält man:

1898—1903.

	$\gamma \sin \theta_0$	$\gamma \cos \theta_0$	n
$\gamma \sin \theta_0$	+21442	− 8717	+123.39
$\gamma \cos \theta_0$		+17036	−132.99

Epoche von θ_0 1904 Oct. 1 16^{h}4 Gr.

$\gamma = 23'90 \quad \pm 3'44$

$\theta_0 = 152°0 \quad \pm 11°4$

$(nn) = 1.56 \quad (vv) = 0.34$ w. F. einer Gl. $\pm 0''148$

1904.

	$\gamma \sin \theta_0$	$\gamma \cos \theta_0$	$\frac{\delta y}{40}$	n
$\gamma \sin \theta_0$	+44338	− 4935	−10143	+194.76
$\gamma \cos \theta_0$		+56847	+17077	−610.09
$\frac{\delta y}{40}$			+44000	−465.98

Epoche von θ_0 1904 Oct. 1 16^{h}4 Gr.

$\gamma = 29'95 \quad \pm 2'75$

$\theta_0 = 167°6 \quad \pm 5°7$

$\delta y = -0''274 \quad \pm 0''037$

$(nn) = 10.23 \quad (vv) = 1.48$ w. F. einer Gl. $\pm 0''179$

1905.

	$\gamma \sin \theta_0$	$\gamma \cos \theta_0$	n
$\gamma \sin \theta_0$	+30060	−14156	+150.80
$\gamma \cos \theta_0$		+15837	−124.89

Epoche von θ_0 1904 Oct. 1 $16^h.4$ Gr.

$\gamma = 21'.63 \quad \pm 7'.06$

$\theta_0 = 159°.0 \quad \pm 22°.8$

$(nn) = 2.31 \quad (vv) = 1.23$ w. F. einer Gl. $\pm 0°.250$

Wegen der geringen Anzahl Messungen im ersten und dritten Zeitraum ist hier von einer Bestimmung der Grösse δy, die doch nur sehr unsicher ausgefallen wäre, Abstand genommen. Die übrigbleibenden Fehler v lassen übrigens erkennen, dass auch für 1905 ein negativer Werth für δy anzunehmen ist. Vereinigt man die Normalgleichungen, so ergiebt sich die Auflösung:

1898—1905.

Epoche von θ_0 1904 Oct. 1 $16^h.4$ Gr.

$\gamma = 27'.34 \quad \pm 2'.17$

$\theta_0 = 166°.2 \quad \pm 4°.8$

$\delta y = -0''.286 \quad \pm 0''.037$

$(nn) = 14.09 \quad (vv) = 3.16$ w. F. einer Gl. $\pm 0''.187$

III.

Es sind nun noch die obigen Resultate zu Mittelwerthen zu vereinigen und mit den früher erlangten Resultaten von Dr. Cohn zu vergleichen.

Für die Correction der mittleren Länge des Trabanten haben sich folgende Werthe ergeben:

Mittl. Epoche	du	w. F.
1898.9	−0°.02	±0°.07
1902.6	+0.15	±0.11
1903.7	−0.21	±0.14
1904.8	−0.26	±0.13

Als Ausgangspunkt für u war die von Dr. Cohn bestimmte Länge

1892 Nov. 1.0 Gr. $u = 226°.40$,

für die mittlere Bewegung in 365 Tagen der Näherungswerth

$$365n = 732 \text{ Rev.} + 240°.600$$

vorausgesetzt. Im Mittel hat man aus den letzten drei Reihen, wenn man ihnen gleiches Gewicht ertheilt:

1903.7 $du = -0°.11$

und damit

1903 Sept. 1.0 Gr. $u = 194°.98$

Tägliche Bewegung $n = 722.63175$,

wo der mögliche Fehler in n nur wenige Einheiten der letzten Stelle betragen kann. Die anscheinend etwas langsamere Bewegung des Trabanten während der letzten Jahre wird durch die Reihe von 1898—99 nicht bestätigt.

Für die Correction von $\Delta_0 - a_0$ liegen folgende Resultate vor:

1898—99	$d(\Delta_0 - a_0) = +0\overset{''}{.}045$	$\pm 0\overset{''}{.}023$
1902	$= +0.014$	± 0.031
1903	$= -0.004$	± 0.034
1904—05	$= -0.162$	± 0.026

denen die Annahmen $\Delta_0 = 47\overset{''}{.}965$, $2a_0 = 38\overset{''}{.}490$ oder $\Delta_0 - a_0 = 28\overset{''}{.}720$ in der mittleren Entfernung des Planeten zu Grunde liegen. Nur der zweite Werth ist aus Beobachtungen in der westlichen Elongation, die anderen drei sind aus solchen in der östlichen Elongation geschlossen.

Diese Abweichung kann theils von einem systematischen, durch die Nähe der hellen Planetenscheibe bedingten Fehler in der Bisection des Trabanten, theils von einem Fehler in den Einstellungen des Planetenrandes herrühren. Für die Annahme, dass der Fehler hauptsächlich der letzteren Ursache zur Last fällt, spricht jedoch ausser der bekannten Erfahrung, dass die scheinbare Begrenzung der Planetenscheibe je nach den Umständen sehr verschieden aufgefasst wird, vor Allem auch, dass sich für das Jahr 1904 aus der Vergleichung der Einstellungen auf den Ost- und Westrand des Planeten, thatsächlich eine merkliche Vergrösserung des scheinbaren Durchmessers ergeben hat, nahezu von demselben Betrage, wie sie hier aus der Auflösung der Gleichungen folgt. Für die mittlere Elongation hat man aus dem Kepler'schen Gesetze streng $\Delta_0 = 48\overset{''}{.}065$. Sieht man die Bisectionen des Trabanten als fehlerfrei an, so würde man nach den obigen Zahlen für die Correction des Durchmessers des Planeten

1898—99	$d(2a_0) = +0\overset{''}{.}110$
1902	$= +0.172$
1903	$= +0.208$
1904—05	$= +0.524$

erhalten, bezogen auf den Werth $2a_0 = 38\overset{''}{.}490$, welcher aus der directen Bestimmung von Barnard folgt. Aus der früheren Untersuchung von Dr. Cohn hatte sich im Mittel für die Jahre 1892—93 $d\Delta_0 = -0\overset{''}{.}15 \pm 0\overset{''}{.}013$ ergeben, wobei $2a_0 = 38\overset{''}{.}51$, $\Delta_0 = 48\overset{''}{.}06$ vorausgesetzt war. Da bei den früheren Messungen der Trabant ebenfalls nur an den näheren Rand angeschlossen worden ist, so wäre man auch hier berechtigt, den Fehler in der Hauptsache den Einstellungen des Planetenrandes zuzuschreiben, und würde alsdann $d(2a_0) = +0\overset{''}{.}32$ erhalten, d. h. eine Correction, die ungefähr in die Mitte zwischen die obigen Zahlen fällt. Die gesteigerte Empfindlichkeit des Auges bei der Beobachtung eines so lichtschwachen Trabanten und die Ver-

änderlichkeit in der Auffassung der Begrenzung des Planeten scheinen mir eine genügende Erklärung für die obigen Abweichungen abzugeben.

Es ist ferner nicht ausgeschlossen, dass auch die Einstellungen auf beide Ränder, sei es in Folge verschiedener Färbung oder aus anderer physiologischer Ursache — ähnlich wie bei den Einstellungen auf den Nord- und Südrand — systematisch von einander abweichen können. Für die Beurtheilung dieser Frage reicht jedoch das vorhandene Material nicht aus, indem die meisten Anschlüsse an den näheren Rand und während jeder Opposition mit wenigen Ausnahmen in derselben Elongation des Trabanten ausgeführt worden sind.

Für die Elemente e, π, γ, θ haben sich die folgenden Resultate ergeben: aus den Messungen von x

1903 Sept. 1.0 Gr.

	e	π
1902	0.00263 ± 0.00080	60°2 ±13°8
1903	0.00318 ± 0.00091	58.3 ±10.5
1904	0.00273 ± 0.00091	65.4 ± 6.7
im Mittel	0.00285	61°3

wo die Mittel ohne Rücksicht auf die w.F. gebildet sind, und aus den Messungen von y

1904 Oct. 1.0 Gr.

		γ	θ	
	1898—1903	23ʹ.90 ±3ʹ.44	153°7 ±11°4	9 Gl.
	1904	29.95 ±2.75	169.3 ± 5.7	24
	1905	21.63 ±7.06	160.7 ±22.8	11
Gemeinsame Auflösung	1898—1905	27ʹ.34 ±2ʹ.17	166°2 ± 4°8	44 Gl.

Die Unterschiede in e und γ liegen ganz innerhalb der Grenzen ihrer w.F., die Übereinstimmung in den Werthen von π, θ lässt ferner erkennen, dass die vorausgesetzten Säcularbewegungen $d\pi : dt = +918°0$ $d\theta : dt = -916°0$ in 365 Tagen annähernd richtig bestimmt sind.

Aus der Discussion der Beobachtungsreihen 1892—93 hatte Dr. Cohn für die Epoche 1892 Nov. 1.0 Gr. die Werthe:

$$e = 0.00501 \pm 0.00027 \quad \pi = 207°2 \pm 4°2 \quad \frac{d\pi}{dt} = 911°7 \text{ (jul. Jahr)}$$
$$\gamma = 17ʹ.25 \pm 3ʹ.43 \qquad \theta = 262°6 \pm 11°1,$$

oder, wenn die Ordinatenmessungen 1893 mitberücksichtigt werden, $\theta = 252°0 \pm 7°8$ abgeleitet. Verbindet man diese Werthe mit den hier erlangten, so findet man in einem julianischen Jahre:

$$\text{für die Säcularbewegung in } \pi \quad \frac{d\pi}{dt} = 917°4$$
$$\text{„ „ „ „ } \theta \quad -\frac{d\theta}{dt} = 914.7$$
$$\text{oder im Mittel} \quad \frac{d\pi}{dt} = -\frac{d\theta}{dt} = 916.1 .$$

Der Unterschied beider Werthe, aus einem Zeitraum von 11 bis 12 Jahren geschlossen, ist etwas grösser, als man nach den obigen w.F. erwarten sollte; abgesehen von den systematischen Fehlern, die hier eine so bedeutende Rolle spielen, wäre es jedoch auch möglich, dass eine Neureduction der früheren Beobachtungen in y, für welche Dr. COHN die genaue Kenntniss der Winkel $p-p_0$ fehlte, eine Verbesserung des Werthes von θ für 1892 herbeiführen würde.

Für die Abweichung des optischen Centrums vom Schwerpunkt des Planeten haben die Messungen 1904 den Werth

$$\delta y = -0''274 \pm 0''037 \quad \text{(Schwerpunkt — Opt. Centrum)}$$

ergeben. Die Abweichung ist also zweifellos verbürgt und liegt offenbar an den bereits bezeichneten Ursachen, die ebensowohl eine Verschiedenheit in den Einstellungen auf den Nord- und Südrand wie auch auf den Ost- und Westrand bewirken können. Dem Vorzeichen nach ist die Verschiebung entgegengesetzt derjenigen, welche ich früher aus meinen Beobachtungen am Saturnsystem gefunden hatte (Publications de Poulkova Vol. XI, p. 127).

Einer weiteren Aufklärung durch spätere Beobachtungen bedarf die Frage, warum einerseits die Beobachtungsreihe von 1898—99 eine ganz verschwindende Abweichung von der Kreisbahn $e = 0.00052$, andererseits die früheren Beobachtungsreihen am Lick-Refractor eine erheblich grössere Excentricität wie die Reihen 1902—1905 ergeben haben. Ich halte es für wahrscheinlich, dass auch diese Unterschiede den oben erwähnten systematischen Fehlern zuzuschreiben sind. Jedenfalls kann die Beobachtungsreihe 1898—99 weder für noch gegen die hier gefundene Säcularbewegung sprechen. Um zu erfahren, welchen Einfluss die aus den Jahren 1902—1905 abgeleitete Excentricität auf die Darstellung der Messungen von 1898—99 hat, sind die übrigbleibenden Fehler v auch unter der Voraussetzung $e = 0.00285$, $\pi = 102°$ (1899 Jan. 1.0 Gr.) berechnet und in der obigen Zusammenstellung für 1898—99 in der Columne $e = 0.00285$ gegeben. Es zeigt sich, dass die Darstellung dadurch in der That nur wenig beeinflusst wird.

Indem hiernach die Beobachtungsreihe 1898—99 hinsichtlich der Bestimmung der Säcularbewegung ausscheidet, die übrigen Reihen sich aber um Epochen gruppiren, die beiläufig um 11 oder 12 Jahre oder nahe die Umlaufszeit des Planeten auseinanderliegen, so würde die alleinige Vergleichung der Mittelwerthe für diese beiden Epochen ebensowohl eine Säcularbewegung von 916° wie eine um etwa 30—35° kleinere Bewegung oder genauer eine solche von 884°1 (im jul. Jahre) zulassen. Für die grössere Bewegung sprechen jedoch ebenso ent-

schieden die aufeinanderfolgenden Jahre 1902—1905 wie die früheren Reihen 1892—93.

Was die Genauigkeit der Messungen anlangt, stehen die Beobachtungsreihen am Yerkes-Refractor denjenigen am Lick-Refractor ein wenig nach, wie man bei den ausgezeichneten Luftverhältnissen an der Lick-Sternwarte von Hause aus erwarten musste. Immerhin ist der Unterschied nicht sehr bedeutend. Der w.F. eines Mittels aus 10 Einstellungen in x ergiebt sich hier durchschnittlich zu $\pm 0''19$, bei den früheren Beobachtungen zu $\pm 0''15$, in y ist hier nahezu dieselbe Genauigkeit erreicht wie früher.

Bei zukünftigen Beobachtungen dürfte es sich empfehlen, auf die Messungen der Ordinaten besonderes Gewicht zu legen. Diese besitzen nämlich den Vorzug, dass die Einstellungen in Bezug auf den Nord- und Südrand ungefähr mit der gleichen Genauigkeit ausgeführt werden können, während bei den Messungen der Abscissen die Einstellungen auf den entfernteren Rand stets grössere Schwierigkeiten bereiten.

Wir stellen schliesslich die hier erlangten Elemente des Trabanten zusammen, wobei wir auch θ auf die Epoche von u und π beziehen:

1903 Sept. 1.0 Gr. (Ausgang des Lichts)

$$u = 194^\circ 98$$
$$n = 722.63175$$
$$e = 0.00285$$
$$\pi = 61^\circ 3$$
$$\gamma = 27'34$$
$$\theta = 79^\circ 4$$
$$\frac{d\pi}{dt} = -\frac{d\theta}{dt} = 916^\circ 1 \text{ in einem julianischen Jahre.}$$

Die mögliche Unsicherheit in der Bestimmung der Säcularbewegung wird man nach Obigem noch auf etwa 2° schätzen können.

Die Säcularbewegung setzt sich zusammen aus dem Einfluss der sphäroidischen Gestalt des Planeten und einem geringen Beitrag, der von der Anziehung der hellen Monde herrührt Für letzteren findet man, wenn man die Massen der Monde nach Laplace annimmt, $+0^\circ 59$ pro Jahr, also eine Grösse, die eigentlich erst bei einer genaueren Kenntniss der Säcularbewegung in Betracht käme.

Der Einfluss der Gestalt des Planeten führt auf die bekannte Entwickelung

$$\frac{d\pi}{dt} = n\left(\frac{\kappa}{\Delta^2} + \frac{5}{2}\frac{l}{\Delta^4} + \cdots\right),$$

wo die Constanten sich durch bestimmte Integrale darstellen lassen, wenn der Planet aus concentrischen sphäroidischen Schichten zu-

sammengesetzt ist. Bezeichnet $\rho = \phi(a)$ die Dichtigkeit, $\epsilon = \psi(a)$ die Excentricität, $a = a : a_0$ die Halbachse einer dieser Schichten, so hat man für κ, l die Ausdrücke:

$$\kappa = \frac{3}{10} a_0^2 \frac{\int_0^1 \rho \frac{d(a^5 \epsilon^2 \sqrt{1-\epsilon^2})}{da} da}{\int_0^1 \rho \frac{d(a^3 \sqrt{1-\epsilon^2})}{da} da}$$

$$l = \frac{9}{70} a_0^4 \frac{\int_0^1 \rho \frac{d(a^7 \epsilon^4 \sqrt{1-\epsilon^2})}{da} da}{\int_0^1 \rho \frac{d(a^3 \sqrt{1-\epsilon^2})}{da} da}$$

und im Falle der Homogenität, wenn e_0 die Excentricität der Oberfläche bedeutet:

$$\kappa_0 = \frac{3}{10} e_0^2 a_0^2 \qquad l_0 = \frac{9}{70} e_0^4 a_0^4 \qquad e_0^2 = \frac{a_0^2 - b_0^2}{a_0^2}.$$

Wächst die Dichtigkeit im Planeten von aussen nach innen, so ist $\frac{d\rho}{da}$ negativ; nach dem CLAIRAUT'schen Satze ist ferner $e_0^2 > \epsilon^2$. Durch partielle Integration obiger Integrale ergiebt sich unter diesen Voraussetzungen, wie auch im Übrigen das Gesetz der Dichtigkeit sein mag:

$$\frac{\kappa}{\kappa_0} < 1 \qquad \frac{l}{l_0} < 1$$

und ebenso:

$$\frac{l}{\kappa} < \frac{l_0}{\kappa_0},$$

womit man einen oberen Grenzwerth für l erhält, wenn κ durch die Beobachtung genähert bekannt ist.

Nimmt man die Abplattung des Planeten in runder Zahl

$$\chi = \frac{a_0 - b_0}{a_0} = \frac{1}{15} \text{ oder } e_0^2 = 0.129$$

an, ferner genähert $\kappa = 0.022\, a_0^2$, so findet man $l < 0.0012\, a_0^4$.

Für die Abplattungsconstante $\frac{\kappa}{a_0^2}$ folgt alsdann aus $\frac{d\pi}{dt} = 915\overset{\circ}{.}5$:

$$\frac{\kappa}{a_0^2} = 0.02220 \left(\frac{38.0}{2a_0}\right)^2 - 0.391 \left(\frac{2a_0}{38.0}\right)^2 \frac{l}{a_0^4},$$

wo a_0 rechts in Secunden auszudrücken ist, oder genähert:

$$0.02173 \left(\frac{38.0}{2a_0}\right)^2 < \frac{\kappa}{a_0^2} < 0.02220 \left(\frac{38.0}{2a_0}\right)^2.$$

Aus der Bedingung des Gleichgewichts an der Oberfläche des Planeten folgt ferner für die Abplattung bei Berücksichtigung von l:

$$\frac{1}{\chi} = \frac{1}{\chi_0} + 0.465\,(38.0 - 2a_0) \qquad 15.18 < \frac{1}{\chi_0} < 15.47\,,$$

wo das zweite Glied den Einfluss des Durchmessers angibt und a_0 wieder in Secunden auszudrücken ist.

Bezeichnet endlich C das Trägheitsmoment um die Rotationsachse, C_0 dasselbe im Falle der Homogenität, so hat man:

$$C = \frac{2}{5}\,a_0^2\,\frac{\int_0^1 \rho\,\frac{d(a^5\sqrt{1-\epsilon^2})}{da}\,da}{\int_0^1 \rho\,\frac{d(a^3\sqrt{1-\epsilon^2})}{da}\,da} \qquad C_0 = \frac{2}{5}\,a_0^2$$

und da unter denselben Voraussetzungen wie oben:

$$C < C_0 \qquad \frac{\kappa}{C} < \frac{\kappa_0}{C_0}$$

also auch:

$$\frac{\kappa}{C_0} < \frac{\kappa}{C} < \frac{\kappa_0}{C_0}$$

ist, so ist die Präcessionsconstante $\frac{\kappa}{C}$ in die Grenzen:

$$0.055 < \frac{\kappa}{C} < 0.095$$

eingeschlossen. Diese Grenzbestimmung setzt nur die Gültigkeit des von Clairaut für kleine Excentricitäten bewiesenen Theorems und die Zunahme der Dichtigkeit im Innern des Planeten voraus. Der von Laplace für $\frac{\kappa}{C}$ angenommene Werth (Méc. Cél. Livre VIII) liegt schon ausserhalb der oberen Grenze, auch dann, wenn man die Abplattung nach Laplace $\chi = 1:14$ annimmt.

Temperaturmessungen bis 1600° mit dem Stickstoffthermometer und mit dem Spektralphotometer.

Von Prof. L. Holborn und Dr. S. Valentiner.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Vorgelegt von Hrn. Warburg.)

Stickstoffthermometer.

Messungen mit dem Stickstoffthermometer, an welches das le Chateliersche Thermoelement aus Platin-Platinrhodium angeschlossen wurde, sind früher bis 1130° durchgeführt worden.[1] Die Heizung geschah in einem elektrischen Ofen; das 17 cm lange Gefäß des Luftthermometers, das aus Platiniridium (20 Prozent Ir) hergestellt war, befand sich in einem horizontal gelagerten Porzellanrohr, das durch eine besondere Anordnung der den Heizstrom leitenden Spule aus Nickeldraht mit solcher Gleichmäßigkeit erwärmt werden konnte, daß die Temperaturunterschiede an verschiedenen Punkten längs des Gefäßes 5° nicht überschritten. Die neben dem Gefäß liegende Lötstelle des gut isolierten Thermoelements ließ sich zur Abtastung des Temperaturgefälles in dem Heizrohr verschieben.

Diese Versuche sind nun bis 1600° C. fortgesetzt worden. Hierfür war eine andere Anordnung notwendig. Denn da alle festen Materialien über 1100° hinaus mehr oder weniger elektrisch leitend werden und nur die Luft eine hinreichende Isolation des Thermoelements gegen die die Thermokraft weit überwiegende Spannung des Heizstromes gewährt, haben wir das Heizrohr senkrecht gestellt, weil nur auf diese Weise eine Berührung des Thermoelements mit der Wandung des Ofens sicher zu vermeiden ist. Die Heizung geschah durch einen geschlossenen Zylinder aus Platinfolie von 0.01 mm Wandung, der auf ein Tonrohr von 50 cm Länge und 5.5 cm Durchmesser gezogen war. Zum Wärmeschutz war dieses in angemessenen Zwischenräumen noch von zwei weiteren konzentrischen Rohren umgeben.

---

[1] L. Holborn und A. Day, Wiedemanns Ann. 68, 817. 1899 und Ann. der Physik 2, 505. 1900.

Außerdem wurde noch mit einem zweiten Gefäß aus reinem Iridium beobachtet. Dieses hatte bei 0° allerdings nur einen Inhalt von 54.3 ccm, also einen etwa viermal kleineren als das aus Platiniridium, und wurde in einem besonderen elektrischen Ofen erwärmt, dessen Heizrohr gleichfalls aus Iridium bestand.

Bei den Messungen mit dem Stickstoffthermometer benutzten wir das Verfahren mit konstantem Volumen. Auf die Reinigung des Meßgases wurde besondere Sorgfalt verwendet und sein Druck bei 0° auf 15—24 cm abgeglichen, so daß eine Deformation des Gefäßes durch großen Überdruck in hoher Temperatur nicht zu befürchten war.

Bekanntlich sind die Korrektionen, die an die Angaben des Luftthermometers wegen des schädlichen Raumes und der thermischen Ausdehnung des Gefäßes anzubringen sind, besonders in hoher Temperatur groß. Den Einfluß des schädlichen Raumes haben wir dadurch herabgedrückt, daß wir ihn klein machten; sein Verhältnis zum Volumen des Gefäßes betrug bei dem großen Gefäß 0.004, bei dem kleinen 0.022.

Die zweite Korrektion wurde durch Messung der linearen Ausdehnung von Platiniridium (20 Prozent Ir) und Iridium bestimmt. Wir spannten zu diesem Zweck Bänder aus diesen Metallen in einem Stativ ein und schickten einen Strom hindurch, um sie auf die gewünschte Temperatur zu bringen. Diese wurde in Übereinstimmung mit der Skale des Stickstoffthermometers unter Benutzung des optischen Pyrometers aus der Emission abgeleitet. Die Ausdehnung der Legierung zwischen 0° und 1000° war schon bekannt.[1] Sie wird durch die Formel

$$\frac{\Delta l}{l} = (8198t + 1.418t^2)\,10^{-9}$$

dargestellt, deren Gültigkeit jetzt bis 1630° bewiesen wurde. Für die Ausdehnung von Iridium ergab sich zwischen Zimmertemperatur und 1000°—1750°:

$$\frac{\Delta l}{l} = (6697t + 1.158t^2)\,10^{-9}.$$

Die senkrechte Stellung des Heizrohres ist für die Gleichmäßigkeit der Temperaturverteilung nicht so günstig wie die horizontale. In dem Platinofen betrug das Temperaturgefälle längs des Gefäßes bis 30°, in dem Iridiumofen, der kürzer war, ungefähr das Doppelte.

Schwierigkeiten bereitete die Zerstäubung der Platinmetalle, die über 1100° hinaus mit wachsender Temperatur in Gegenwart von Sauerstoff bedeutend zunimmt und eine Veränderung der Thermokraft des mit dem Stickstoffthermometer zu vergleichenden Elements herbeiführt.

[1] L. Holborn und A. Day, Sitzber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1900, S. 1009 und Ann. der Phys. 4, 104. 1901.

Wir haben die Zerstäubung dadurch zu beschränken gesucht, daß wir den Sauerstoff möglichst abhielten, indem Stickstoff aus käuflichen Bomben ständig in langsamem Strome durch das glühende Heizrohr geleitet wurde. Ferner umgaben wir die Drähte des Thermoelements im Ofen mit Schutzrohren aus einem für die zerstäubten Teilchen undurchlässigen Material. Als solches erwies sich allein Quarzglas brauchbar, das allerdings nach dem Abkühlen kristallisierte, und zwar um so vollständiger, auf je höherer Temperatur es vorher gewesen war. Die Schutzrohre mußten deshalb häufig erneuert werden.

Die folgende Zusammenstellung enthält die Ergebnisse der Vergleichung des Thermoelements mit dem Stickstoffthermometer. Die verschiedenen Beobachtungsreihen, bei denen mehrere Thermoelemente benutzt wurden, sind durch Vergleichung der Elemente untereinander auf ein einziges bezogen.

Gefäß	n	$E(MV)$	t beob.	t ber.
Platiniridium	7	10732	1096°	1101°
	3	14713	1440	1445
	2	16431	1600	1601
Iridium	1	7220	795	795
	1	9953	1034	1034
	2	11853	1203	1198
	1	12332	1238	1239
	1	14582	1430	1435
	2	14763	1457	1452
	2	15826	1548	1547
	4	17280	1676	1680

n bezeichnet die Anzahl der nahe beieinander liegenden Einzelbeobachtungen, die zu einem Mittel vereinigt wurden; unter t ber. sind diejenigen Werte aufgeführt, die sich aus der Interpolationsformel

$$E = 30000 \log_{10}\left(1.25 + \left(\frac{t}{1000}\right)^2\right) - 1015$$

berechnen. Bei der Aufstellung dieser Gleichung wurden nicht allein die jetzt beobachteten Temperaturen von 1100° an berücksichtigt, sondern auch die früher bis 1100° gewonnenen Werte

5191 MV	600°	8403 MV	900°
6228	700	9543	1000
7299	800	10716	1100

denen ein größeres Gewicht beizulegen ist, weil sie mit einem gleichmäßiger geheizten Gefäß erhalten wurden. Die Unsicherheit der neuen Werte dürfte bei der höchsten Temperatur 10° nicht überschreiten, während die der alten bei 1000° etwa 2–3° beträgt.

Zur Festlegung der erweiterten Temperaturskale wurde der Schmelzpunkt des Palladiums neu bestimmt. Es geschah dies im Platinofen

im Anschluß an die Beobachtungen mit dem Platiniridium-Gefäß. In bekannter Weise wurde das Durchschmelzen eines in die Lötstelle des Thermoelements eingefügten kurzen Palladiumdrahts beobachtet. Der Schmelzpunkt wurde so zu 1575° gefunden, entsprechend der Thermokraft von 16140 *MV*.

Spektralphotometer.

Die früher durch Vergleichung des Thermoelements mit dem Stickstoffthermometer von 250° bis 1130° gewonnene Temperaturskale wurde durch eine quadratische Formel für die Thermokraft dargestellt. Eine solche Beziehung galt nicht allein für das Element Platin-Platinrhodium, sondern auch für Elemente aus anderen Platinmetallen, mit Ausnahme des Palladiums, in dem angegebenen Temperaturbereich, und bei einer Extrapolation bis 1500° zeigten diese verschiedenen Elemente noch keine Abweichungen untereinander.

Verschiedene Beobachter haben mit dem so bestimmten Thermoelement die Gesetze der schwarzen Strahlung experimentell geprüft. Im sichtbaren Gebiet gilt das Wiensche Gesetz

$$\log_{10}\frac{H_2}{H_1} = \frac{c}{\lambda}\left\{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right\}\log_{10} e$$

für das Fortschreiten der Helligkeit H einer Wellenlänge λ mit der absoluten Temperatur T. Hiernach kann man $\log H$ als Funktion von $1/T$ durch eine Gerade darstellen; die Tangente $(c \log e)/\lambda$ ihres Neigungswinkels gegen die Abszissenachse bestimmt die Konstante c, für die auf photometrischem Wege Wanner[1] den Wert 14500, Lummer und Pringsheim[2] 14600 fanden. Ersterer beobachtete zwischen 750° und 1300°, letztere zwischen 780° und 1430°.

Wir haben die Bestimmung von c jetzt wiederholt und erhalten zwischen 750° und 1450° im Mittel für verschiedene Wellenlängen denselben Wert wie Lummer und Pringsheim, wenn wir dieselbe Temperaturskale zugrunde legen. Es ergibt sich indessen ferner, daß dieser Wert nur als ein Mittel über das ganze Temperaturgebiet Gültigkeit beanspruchen kann, daß die Größe c in Wirklichkeit einen ausgesprochenen Gang von 14200 bis 15000 zeigt. Eine solche Veränderlichkeit wird besonders bei einer graphischen Darstellung leicht durch die unvermeidlichen Einstellungsfehler verdeckt. Wir haben diese deshalb durch mehrfache Wiederholung der Beobachtungen herabgedrückt

[1] H. Wanner, Ann. der Phys. 2, 141. 1900.

[2] O. Lummer und E. Pringsheim, Verhandl. der Deutsch. Phys. Ges. 1901, 42.

und die Größe c für verschiedene kleine Temperaturintervalle gesondert berechnet.

Die Vermutung, daß der Gang durch die Extrapolation des Thermoelements verursacht würde, konnte durch die obige Fortsetzung des Stickstoffthermometers bis 1600° bestätigt werden. Hiernach sind die extrapolierten Werte der Temperatur bei 1450° um 20°, am Palladiumschmelzpunkt um 40° zu niedrig. Auf Grund der berichtigten Temperaturskale erhalten wir im Mittel für die einzelnen Wellenlängen:

λ	c
0.656 μ	14200
0.590	14250
0.546	14200
0.501	14070
0.478	14170

und zwar erwies sich jetzt c innerhalb der Fehlergrenze als konstant. Wir nehmen als Gesamtmittel 14200 an, einen Wert, der auf etwa 1 Prozent genau sein wird.

Die Messungen haben wir mit denselben Apparaten: dem Lummer-Brodhunschen Spektralphotometer, dem während der Rotation verstellbaren Sektor und dem Lummer-Kurlbaumschen elektrisch geheizten schwarzen Körper angestellt, deren sich früher Lummer und Pringsheim bedienten.

Als Beispiel für die photometrischen Beobachtungen teilen wir zwei Reihen mit, bei denen unter der Annahme des Wertes $c = 14200$ die Temperatur eines Körpers optisch bestimmt wurde und gleichzeitig durch ein Thermoelement kontrolliert werden konnte. Es kam ein schwarzer Körper aus reiner Magnesia zur Verwendung, der eine höhere Temperatur verträgt als die sonst benutzten. Die folgende Tabelle

$\lambda(\mu)$	$t_{opt.}$	$t_{luftth.}$	$t_{opt.}$	$t_{luftth.}$
	[972°]		[1006°]	
0.656	1098	1099°	1147	1147°
	1176	1177	1253	1253
	1323	1326	1346	1345
	1480	1488	1445	1448
	1574	1580	1578	1583
0.590	1096	1097	1146	1146
	1176	1174	1253	1252
	1325	1327	1347	1345
	1484	1487	1448	1447
	1574	1580	1578	1584
0.546	1094	1095	1145	1146
	1173	1172	1252	1252
	1326	1328	1347	1344
	1484	1487	1446	1447
	1574	1580	1578	1584

enthält die Ergebnisse: es sind je fünf Temperaturen aus der ersten Temperatur (972° bzw. 1006°), die durch das Thermoelement gegeben wird, aus den beobachteten Helligkeiten für drei Wellenlängen abgeleitet; die Werte, die das mit dem Luftthermometer geeichte Thermoelement angab, stehen daneben.

Endlich haben wir noch den Schmelzpunkt von Palladium und Platin im schwarzen Körper ohne Hilfe des Thermoelements optisch bestimmt, imdem wir nach dem Vorgang von Nernst die Helligkeiten auf die des Goldschmelzpunktes (1064°) bezogen. Es wurde hierfür gleichfalls ein schwarzer Körper aus Magnesia benutzt, der in einem Iridiumrohr elektrisch geheizt werden konnte. Der Beobachter suchte die Helligkeit bei langsam steigender Temperatur bis zum Schmelzen eines im schwarzen Körper befindlichen Drahtstücks durch Verstellen des Sektors ständig der Vergleichslichtquelle gleichzuhalten. Das Verfahren ist nicht so genau wie das Photometrieren bei stationärer Temperatur, weil das Auge leichter ermüdet und die Einstellung beim Durchschmelzen wegen des weiteren Steigens der Temperatur nicht kontrolliert werden kann. Für das Verhältnis ϕ der Helligkeit am Palladium- bzw. Platinschmelzpunkt zu der am Goldschmelzpunkt ergaben sich auf diese Weise für drei Wellenlängen Werte, die neben den daraus berechneten Schmelztemperaturen folgen:

	λ	ϕ	t
Palladium	0.656 μ	92	1582°
	0.590	154	1583
	0.546	229	1582
Platin	0.656	301	1792
	0.590	556	1786
	0.546	920	1786

Man sieht, daß der für den Palladiumschmelzpunkt erhaltene Wert innerhalb der Fehlergrenze mit dem oben im Anschluß an das Stickstoffthermometer beobachteten übereinstimmt.

Wir wünschten das Verhältnis ϕ noch für kürzere Wellen zu bestimmen. Man erhält aber hier für den Goldschmelzpunkt schon eine etwas schwache Helligkeit. Wir gingen deshalb von der Temperatur von 1477° aus, bei der wir einen schwarzen Körper mit Thermoelement zugrunde legten. Von hier aus bis zum Platinschmelzpunkt wurde eine Steigerung der Helligkeit um das 6.29fache und um das 13.44fache für $\lambda = 0.656\,\mu$ und $0.478\,\mu$ beobachtet. Hieraus folgt im Mittel 1788° für die Schmelztemperatur.

Nernst und von Wartenberg[1] finden nach derselben Methode das Verhältnis ϕ zwischen Platin- und Goldschmelzpunkt für $\lambda = 0.590\,\mu$

[1] W. Nernst und H. von Wartenberg, Verhandl. der Deutsch. Phys. Ges. 1906, 48 und 146.

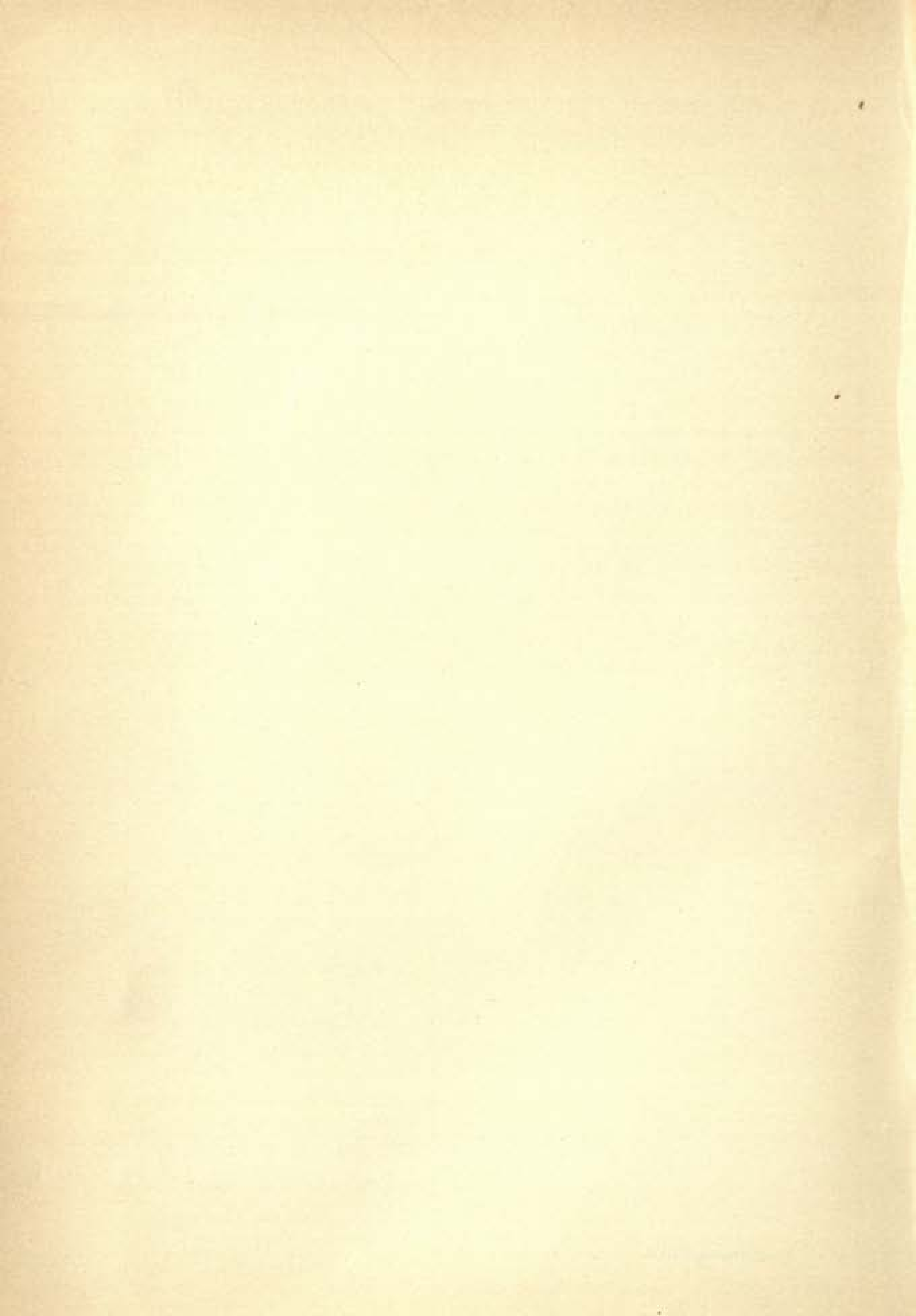
zu 517. Unter der Annahme, daß $c = 14600$ ist, erhalten sie für den Schmelzpunkt des Platins 1745° und für den des Palladiums 1541°. Mit $c = 14200$ würde man 1775° und 1563° berechnen.

Das Ergebnis der Arbeit läßt sich dahin zusammenfassen, daß die Skale des Stickstoffthermometers bis 1600° mit einer Genauigkeit von ±10° verwirklicht worden ist. Die Korrektion, die an die Angaben dieses Thermometers noch anzubringen ist, um sie auf absolute Temperaturen zu reduzieren, fällt weit in die Fehlergrenze und ist deshalb vernachlässigt. Für die Reproduktion dieser Skale dient das Thermoelement, das sich in Rohren aus Quarzglas vor Veränderungen schützen läßt. Das Element kann durch Schmelzpunkte geeicht werden, zu deren Reihe, die früher mit Gold und Kupfer abschloß, als neuer Fixpunkt der Schmelzpunkt des Palladiums hinzukommt; er wurde zu 1575° bestimmt.

Für die optische Temperaturmessung der schwarzen Strahlung genügt die Bestimmung einer einzigen Temperatur mit einem geeichten Thermoelement oder mit einem Schmelzpunkt. Alle übrigen Temperaturen lassen sich dann aus dem Strahlungsgesetz berechnen, dessen Konstante c gleich 14200 zu setzen ist.

Ausgegeben am 15. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



THE DIRECTOR GENERAL OF ARCHAEOLOGY
Library Regr. No. 2707'08.
INDIA

1906.
XLV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

15. November. Gesammtsitzung.

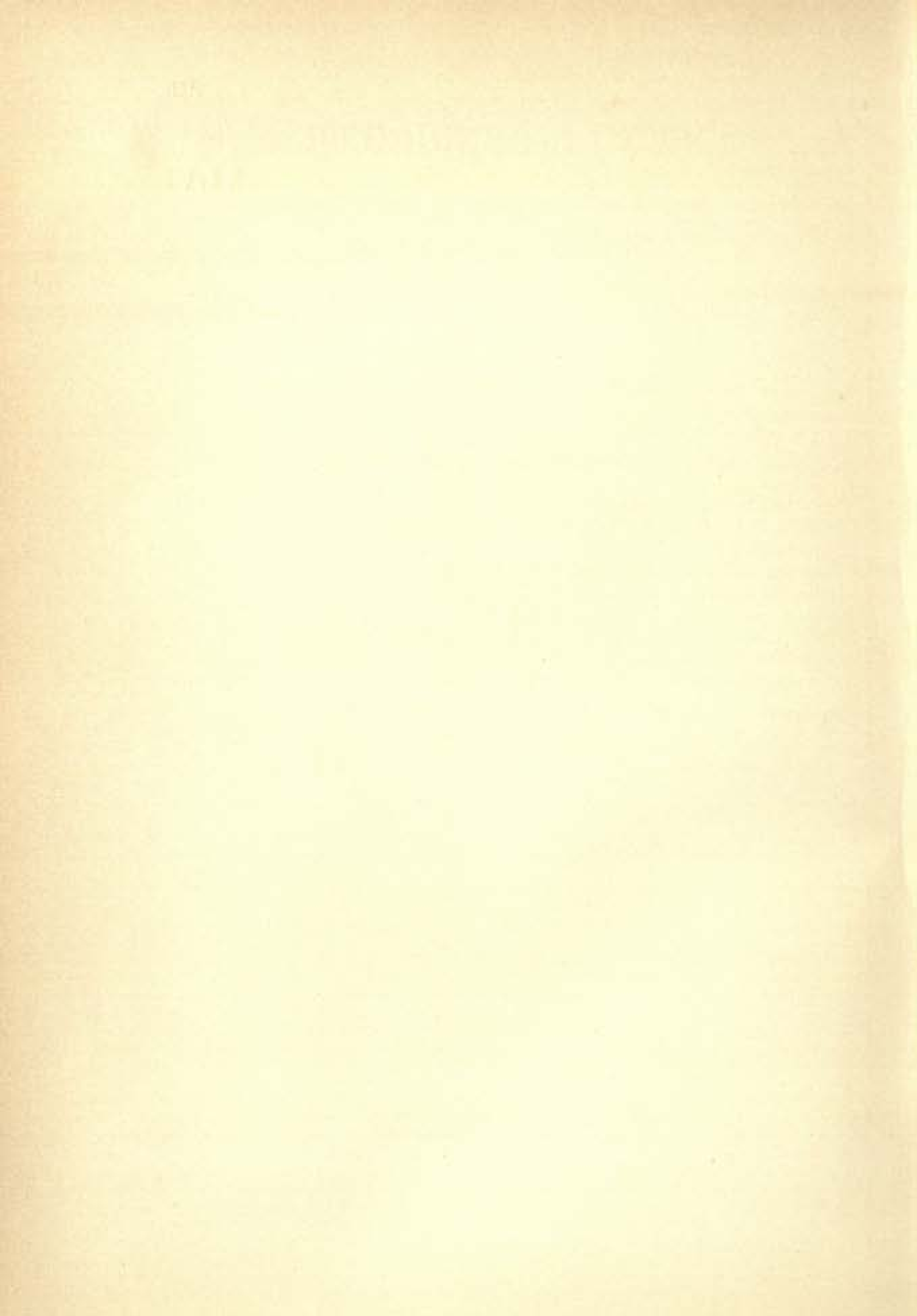
Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

*1. Hr. Zimmermann las über die Abbildung von stetigen oder gebrochenen Linien flacher Krümmung.

Es wird gezeigt, dass jede solche Linie mit Hülfe des Inhalts und der statischen Momente einer Fläche dargestellt werden kann, die man erhält, wenn man die reciproken Werthe der Krümmungshalbmesser als Ordinaten einer die Fläche begrenzenden Curve auffasst. Die hierbei gewonnenen allgemeinen Regeln können dazu benutzt werden, mancherlei technische Aufgaben in besonders einfacher und anschaulicher Weise zu lösen.

2. Vorgelegt wurde: L. Fuchs, Gesammelte Werke. Her. von R. Fuchs und L. Schlesinger. Zweiter Band. Berlin 1906.

Ausgegeben am 29. November.



SITZUNGSBERICHTE 1906.

XLVI.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

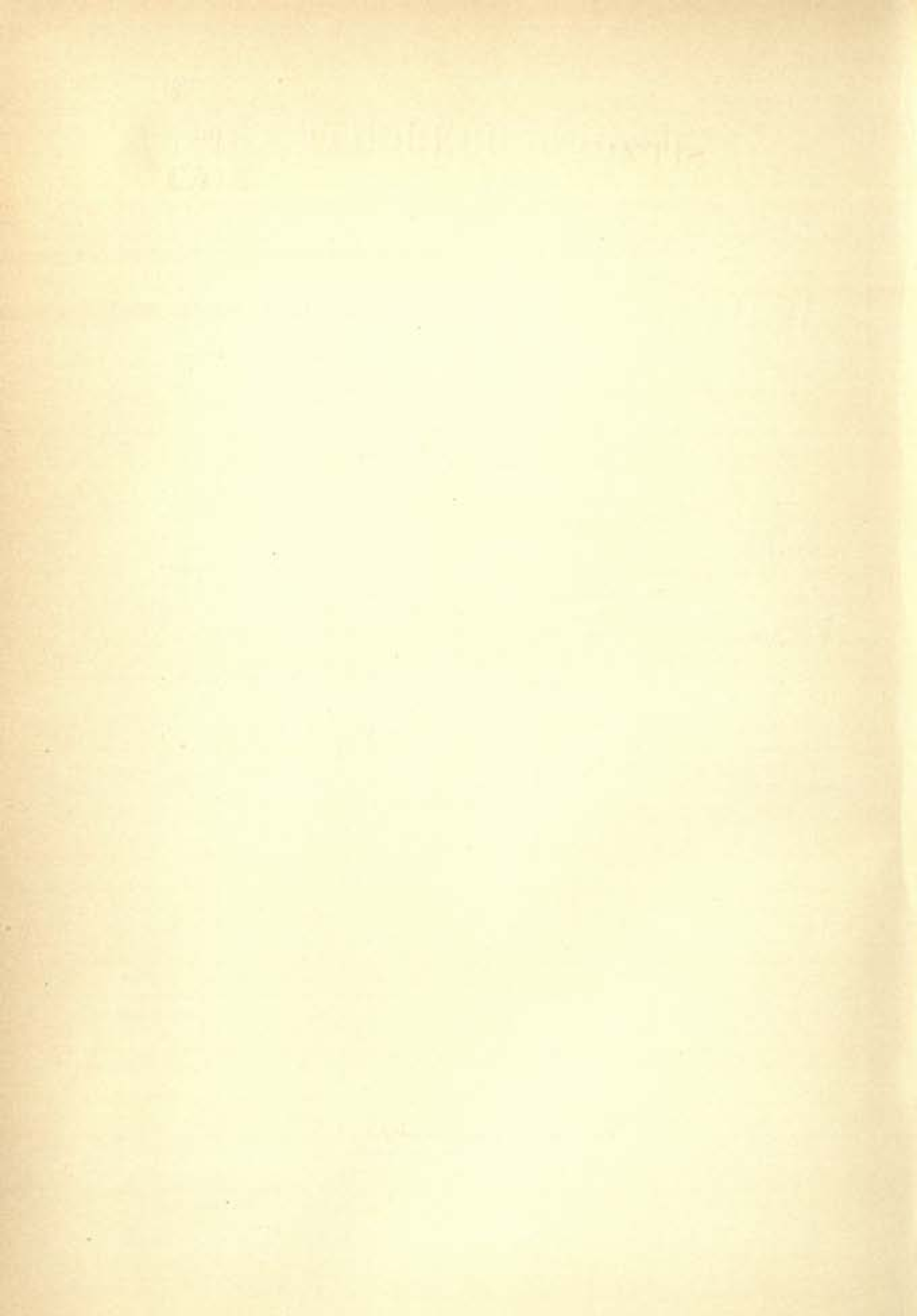
Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

*1. Hr. Martens erläuterte die von ihm entworfene Dauerversuchsanlage des Königlichen Materialprüfungsamtes in Gross-Lichterfelde.

Mit zwanzig selbstthätig wirkenden Maschinen soll die Arbeitsfestigkeit von Metallen im erhitzten Zustande ermittelt werden. Die Maschinen sind hydraulisch betrieben, selbstthätig elektrisch gesteuert, durch Selbstaufschreibung controlirt und durch Ausschaltventile gesichert. Die ausführliche Beschreibung soll mit den ersten Versuchsergebnissen später veröffentlicht werden.

2. Hr. Nernst überreichte im Auftrage der Göttinger Vereinigung zur Förderung der angewandten Physik und Mathematik deren Festschrift: Die physikalischen Institute der Universität Göttingen. Leipzig und Berlin 1906.

Ausgegeben am 29. November.



SITZUNGSBERICHTE

1906.

XLVII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. November. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Sachau las Über die rechtlichen Verhältnisse der Christen im Sasaniden-Reich.

Die Prüfung einiger historischer Thatsachen ergiebt gewisse Parallelen mit dem islamischen Staatsrecht betreffend andersgläubige Unterthanen, und aus der Vergleichung der nestorianischen Synodalacten mit den Leges Constantini Theodosii Leonis gewinnt man neue Gesichtspunkte für die orientalische Rechtsgeschichte in Betreff des Testaments, des Intestaterbrechts, des Dotalrechts und einiger anderer Materien.

2. Hr. von Wilamowitz-Moellendorff legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. J. Mewaldt in Berlin vor: Maximus Planudes und die Textgeschichte der Biographien Plutarchs.

3. Hr. Harnack legte den 16. Band der Ausgabe der griechischen christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte vor: Hegemonius Acta Archelai hrsg. von Charles Henry Beeson. Leipzig 1906.

Maximus Planudes und die Textgeschichte der Biographien Plutarchs.

Von Dr. Johannes Mewaldt.

(Vorgelegt von Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff.)

Die Biographien Plutarchs und die andere große Hälfte seiner Schriften, die sogenannten Moralia, haben in den beiden ersten Jahrhunderten nach dem Tode des Verfassers ganz dieselbe Geschichte gehabt. Solange man in Rollen schrieb, blieb sein ganzer Nachlaß in den Bibliotheken vereinigt. Wenn man auch schon damals, was sich ja beim ersten Augenschein empfehlen mußte, in jeder geordneten Büchersammlung alle biographischen Schriften nebeneinanderstellte, so war doch mindestens bis gegen das Ende des 4. Säkulums eine ganz scharfe Trennung der Biographika von allem übrigen nicht üblich. Bis auf die Zeiten Kaiser Julians nämlich lassen sich die Schicksale eines mächtigen Korpus plutarchischer Werke verfolgen, das beide Hälften des Nachlasses gleichmäßig umfaßte und in jedem der beiden Teile viel reicher war als die heute in unseren Handschriften vorliegende Überlieferung je gewesen ist. So war jedenfalls bis um 400 der Bestand der Parallelbiographien um ein Vitenpaar, das wir in unseren Handschriften schmerzlich vermissen, das des Epaminondas und des älteren Scipio, reicher; so gab es damals von den Kaiserbiographien Plutarchs nicht bloß den Galba und Otho, die später eine ganz eigentümliche Geschichte gehabt haben (s. u.), sondern noch die ihrer fünf Vorgänger von Augustus ab sowie die ihres Nachfolgers Vitellius; und so gab es von den übrigen Einzelviten außer dem Arat und dem Artaxerxes, die nur durch einen Zufall sich erhalten haben, nämlich weil sie in die Sammlung der Parallelviten geraten sind und von dieser mitgeschleppt wurden, überdies noch den Aristomenes, den Crates Cynicus, den Scipio Africanus minor und eine ganze Reihe anderer.

Das Aufkommen der Kodizes muß von großem Einflusse auf die weiteren Schicksale dieses Plutarchkorpus gewesen sein; jedenfalls verlieren sich gleichzeitig mit dem Verschwinden der Rollen auch die Spuren dieser Sammlung, die noch im 4. Jahrhundert Sopater der Sophist für seine Ἐκλογαὶ διάφοροι[1] exzerpierte, die Pseudolamprias[2] in seinem Kataloge der Schriften Plutarchs beschrieben hat und in der Kaiser Julian las. Die ungeheure Masse der plutarchischen Werke mußte nämlich, wie es ja auch späterhin üblich gewesen ist, unbedingt auf mehrere Kodizes verteilt werden, und der erste große Teilungsfaktor bot sich sofort dar: die Biographien konnten von der übrigen Masse getrennt werden. Erst von dieser Zeit an, seit dem Beginn des 5. Säkulums, haben also die Viten ihre eigenen Schicksale, und wenn sie später einmal mit den übriggebliebenen Moralia in Handschriften wie den beiden berühmten Parisini 1671 (A) und 1672 (B, in den Moralia E) vereinigt sind, so ist das ein Zufall: in den ältesten Kodizes sind sie durchweg getrennt.

Von dem auf diese Weise selbständig gewordenen Korpus der Biographien ward nun, höchstwahrscheinlich eben beim Übergange der alten Sammlung aus Rollen in Kodizes, der Teil abgetrennt, der die Einzelviten, also die Kaiserbiographien und Aristomenes, Crates usw.[3] enthielt, und ging zugrunde: wenigstens kennen und preisen Schriftsteller des 5. und 6. Jahrhunderts, wie Eunapius[4] und Agathias[5], nur die Parallelen und, was indirekt dasselbe beweist, kein einziger späterer Schriftsteller hat eine der verlorenen Viten, wenn er sie erwähnt, selbst gelesen.

Schon um 500 also waren die bis heute erhaltenen 22 Parallelvitenpaare und außerdem Arat und Artaxerxes, nicht aber Galba und Otho, in dem Kodex zusammengefaßt, der der Archetypus aller heute vorhandenen Handschriften der Biographien ist. Denn zur Annahme einer allen gemeinsamen Quelle zwingen die allen gemeinsamen Lücken

[1] Vgl. Photius Bibliotheca cod. 161. Dieser Sopater, der seit Fabricius, Biblioth.[2] X, S. 720 gewöhnlich ins 6. Jahrhundert gesetzt wird, ist, wie sich leicht zeigen läßt, kein anderer als der bekannte Freund Kaiser Konstantins.

[2] Den unter Lamprias' Namen gehenden Katalog der Schriften Plutarchs hat M. Treu (Lampriaskatalog S. 54) dem 4. Jahrhundert zugewiesen. Die Untersuchung der Textgeschichte der Biographien Plutarchs kann dieses Urteil nur bestätigen.

[3] Alle diese Einzelviten stehen schon bei Sopater und Lamprias von den Parallelen getrennt und bilden innerhalb der Biographika eine Gruppe für sich. — Mitsamt den übrigen Einzelviten lösten sich natürlich auch Galba und Otho von dem Korpus der Parallelen los. Auch sie wären also mitsamt den übrigen für uns verloren, wenn sie nicht irgendwann wiederaufgefunden und unter die Moralia gesteckt worden wären, wo sie in maßgebenden Hss., die Viten und Moralia zugleich enthalten, wie Parisinus 1671 und 1672, noch heute stehen.

[4] Vitae sophist. prooem.

[5] Anthol. Planud. IV, 331.

und Entstellungen, mögen unsere Kodizes auch schon hinsichtlich der Reihenfolge der Vitenpaare in mehrere Gruppen auseinandertreten.

Gleich von dem Augenblicke nämlich an, da unsere ältesten Handschriften auftauchen, also seit der Wende des 10. und 11. Jahrhunderts, sind zwei Klassen von Kodizes kenntlich, die in der Anordnung der einzelnen Paare scharf voneinander abweichen.

Die eine Klasse, die ihre Vertreter in allen Jahrhunderten vom 10. bis zum 15. hat, beginnt mit dem Theseuspaare und verteilt die Parallelen auf drei Bände. Diese Sammlung liegt vollständig vor z. B. in den Parisini 1671, 1672, 1673, 1674, die aus dem 13., 14. und 15. Jahrhundert stammen, weiterhin im Laurent. 69, 1 und Urbinas 97, zwei Handschriften des 15. Jahrhunderts; aber viel zahlreicher und zu einem großen Teile älter sind die Kodizes, die nur einen Band dieses Korpus allein oder zwei Bände bzw. Teile zweier Bände verbunden in einem Volumen bieten.[1]

Eben so früh durch eine Handschrift wenigstens vertreten ist die zweite große Gruppe unserer Handschriften, die im Gegensatze zu der erstgenannten für uns mit dem Lycurgpaare beginnt, das in der Theseusklasse dem III. Bande zugewiesen ist. Zu dieser Gruppe gehört als einziger alter Vertreter der berühmte Seitenstettensis saeculi XI; nach langer Pause, erst im 15. Jahrhundert, tauchen plötzlich wieder mehrere Sprößlinge dieses Handschriftengeschlechtes auf einmal auf, die Parisini 1676 und 2955, der Palatinus 286, der Ambrosian. A 151 Sup., der Scorialensis Φ. II. 17 und der Holkhamicus 275. Aber keine einzige Handschrift der Lycurgklasse enthält mehr als die ersten 8 Paare[2] dieser Anordnung. Es genügt für die folgende Untersuchung,

[1] So sind z. B. im Matritensis, der z. T. mit dem Sangermanensis-Coislin. 319 zusammen eine Sondergruppe in der Theseusklasse bildet, Stücke von Bd. III und I, im Marcian. 386 (Mc), Laurent. 69, 3 und Ambros. D 538 Inf. Bd. II und III mehr oder weniger vollständig vereinigt; Vaticanus 138 saec. XI enthält z. B. nur Bd. I, Laurent. Conv. soppr. 206 saec. X nur Bd. II, Sangerm.-Coisl. 319 saec. XI nur Bd. III.

[2] Diese 8 Paare, wie sie sich durch Vergleichung der mehr oder weniger vollständigen Kodizes ergeben, sind die des Lycurg, Solon, Aristides, Themistocles, Cimon, Pericles, Nicias, Agesilaus. Aber im Parisinus 1676, im Palatin. 286 und im Scorial. Φ. II. 17 schließen sich noch drei weitere an, die des Phocion, Dio und Aemilius Paullus. Da diese 3 Paare den II. Band der Theseusklasse in eben dieser Reihenfolge eröffnen, so muß man bis auf weiteres annehmen, sie seien aus einem Kodex dieser Art angeflickt. Dem scheinen die Varianten, soweit sie bisher bekannt sind, das Wort zu reden. Aber mit dem Ursprung dieser 3 Paare in der Lycurgklasse hängt die sehr schwierige Frage zusammen, woher die Ordnung und der Bestand der Viten zweier anderer merkwürdiger Handschriften des 15. Jahrhunderts stammt, nämlich des Marcian. 385 und des Vatican. 1007, die aus ein und derselben Quelle stammen. Was Cl. Lindskog in der Praefatio zu seiner Sonderausgabe des Agesil. und Pomp. Leipzig 1906 darüber sagt, genügt noch nicht. Dies ist der Punkt, von dem aus sich auch die Beurteilung der Lycurgklasse ergibt, die mit jenen beiden Kodizes ganz nahe verwandt ist, und damit überhaupt die Norm für eine zukünftige Ausgabe der Biographien.

diese Unterschiede der beiden Hauptklassen[1] unserer Handschriften festzuhalten.

Eine der Handschriften, der wir das Theseuskorpus in reinster Form verdanken, ist der oben erwähnte berühmte Parisinus 1671, gewöhnlich A genannt, ein mächtiger Pergamentkodex von über 500 Blättern in Folio, die in zwei Kolumnen von dichten Reihen sehr hübscher Schriftzüge bedeckt sind; er enthält nicht allein die Biographien, sondern auch die Moralia und ist durch Subscriptio, in der der Schreiber aber seinen Namen nicht nennt, auf das Jahr 1296 datiert. Er bietet die Biographien in folgender für die Theseusklasse charakteristischen Reihenfolge[2]; ich setze die 3 Tomi ab:

I.	II.	III.
1. Theseus — Romulus	10. Phocion — Cato minor	17. Demetrius — Antonius
2. Solon — Publicola	11. Dion — Brutus	18. Pyrrhus — Marius
3. Themistocles — Camillus	12. Aemilius Paullus — Timoleon	19. Aratus — Artaxerxes
4. Aristides — Cato maior	13. Sertorius — Eumenes	20. Agis Cleomenes — Tib. u. C. Gracchus
5. Cimon — Lucullus	14. Philopoemen — Titus	21. Lycurg — Numa
6. Pericles — Fabius	15. Pelopidas — Marcellus	22. Lysander — Sulla
7. Nicias — Crassus	16. Alexander — Caesar	23. Agesilaus — Pompeius.
8. Coriolan — Alcibiades		
9. Demosthenes — Cicero		

Der Parisinus 1671 ist für dieses Korpus der älteste vollständige Zeuge; bei ihm zum ersten Male wird man inne, daß diese Reihenfolge der Parallelen nach einem wohlüberlegten Prinzip eingerichtet ist. Die Viten der Griechen sind dafür maßgebend gewesen. Der I. Band bietet in chronologischer Folge ausschließlich Athener[3] dar, von Theseus über Solon zu Themistocles und Aristides, dann zu Cimon und Pericles, von da zu Nicias und Alcibiades, an den sich zuletzt Demosthenes und als erstes Paar des II. Bandes Phocion anschließt. Ebenso sind am Schlusse des III. Bandes auch die drei Spartaner, Lycurg, Lysander und Agesilaus, zusammengerückt. Zu Anfang des II. Bandes stehen Dion und Timoleon passend beieinander. Auf Alexander den Großen folgen geschickt zu Anfang des III. Bandes Demetrius Poliorcetes, Pyrrhus, Arat, endlich die in die Epigonenzeit gehörenden Spartanerkönige Agis und Cleomenes, von denen hinwiederum der Übergang zu jenen drei Spartanern leicht ist, mit denen

[1] An Abweichungen von den bisher gekennzeichneten Gruppen ist mitunter die Willkür der Schreiber schuld. Der Wirrwarr z. B. der Laurentiani 69,31. 69,32 und 69,34, die in Wirklichkeit zur Theseusklasse gehören, ist dadurch entstanden, daß 3 Schreiber sich in die Arbeit geteilt hatten und dann ihre Kopien nach Belieben zu 3 Kodizes zusammenstellten.

[2] Vgl. H. OMONT, Invent. somm. des mscr. gr. de la Bibl. Nat. de Paris II, S. 118 f.

[3] Dies fiel übrigens auch A. SCHÄFER, De libro X oratorum, Dresden 1844, S. 20 auf.

die Sammlung schließt. Überall also erkennt man die Hand eines verständigen Ordners.[1]

Seit wann dieses Korpus der Viten bestanden hat und wer sein Ordner gewesen ist, soll uns vorläufig nicht kümmern; für die folgende Untersuchung genügt es zu wissen, daß es durch die erhaltenen Handschriften bereits für die Wende des 10. und 11. Säkulums bezeugt ist. Jedenfalls hat also der Schreiber, der Parisinus A geschrieben hat, wenigstens in den Viten einfach übernommen, was er in gangbaren Vorlagen bequem beisammen fand.

Ja, wir besitzen sogar noch eine seiner unmittelbaren Vorlagen. Die Quelle für den ganzen II. Band der Viten, vom Phocion also bis zum Caesar, war der wohlbekannte, aber wider Gebühr lange unbenutzte Laurent. Conv. sopp. 206 saeculi X. Der Beweis ist schnell gegeben. Eigentlich ist die eine einzige Stelle des Phocion, cap. 29, 17 Sint. edit. mai., durchschlagend: Ἀγνωνίδης nennen die meisten Handschriften den Sykophanten, im Parisin. 1676 heißt er Ἀγωνίδης; dagegen im Parisin. 1671 steht das merkwürdige Ἀγρωνίδης; wie dies zustande gekommen ist, lehrt ein Einblick in den Laurent. 206; hier war nämlich, wie sich bei scharfem Zusehen ergibt, wie in der sonstigen Vulgata Ἀγνωνίδης geschrieben, aber von der gegenüberstehenden Seite sind Buchstaben abgeklebt, so daß es scheinen kann, als stände Ἀγρωνίδης da, wie der Schreiber des Parisin. A gelesen hat;[2] dagegen cap. 33, 13 ist Ἀγνωνίδης im Laurent. reinlich zu erkennen, und so steht denn auch im Parisin. A Ἀγνωνίδης an dieser Stelle. Weiter: Phoc. cap. 16, 2 hat A das unsinnige ἐτέρων ἐπὶ τῶν πόλεμον ᾑρημένων, was bisher noch aus keiner anderen Handschrift notiert ist; die gleiche Lesart hat der Laurent. Im cap. 23, 26 war ἀπὸ στρατοπέδου gegen ἀπὸ τοῦ στρ. bisher nur aus A bekannt; es steht aber auch im Laurent. 206; aus diesem hat es die Juntina, aus dieser wiederum die Aldina, erst Stephanus hat τοῦ eingefügt. Cap. 27, 2 haben Laurent. und Parisin. A ἐπ᾽ ἀνάγκης gegen ὑπ᾽ ἀνάγκης der übrigen Kodizes, cap. 35, 14 ἡγεμὼν gegen ἡγήμων, 36, 4 ὥσπερ gegen das vulgäre ὅτε.[3]

---

[1] Nach dieser Anordnung werden die Parallelen künftig zu edieren sein, weil sie in unseren Handschriften die einzige ist, die sämtliche erhaltenen Parallelen umfaßt. Die bisher übliche Reihenfolge herrscht seit der Aldina, also seit 1519. Sie stützt sich auf keine Handschrift, sondern folgt, wie Fr. Asulanus in der Vorrede gesteht, der series temporum Romanorum.

[2] Durch dieselbe Kleckserei im Laurent. ist der Setzer der Juntina des Jahres 1517, der Editio princeps, verwirrt worden und hat Ἀγωνίδης gelesen. Daß dieses Stück der Juntina, vom Phocion bis zum Caesar, aus dem Laurent. gedruckt worden ist, hat Rud. Schoell, Hermes V, S. 126ff. erwiesen.

[3] Im Laurent. war zuerst ὅπερ geschrieben; aber ein Korrektor hat ὥσπερ daraus gemacht. Diese Korrektur ist also älter als das Jahr 1296, denn sie ist vom Schreiber des Parisin. A bereits befolgt worden. Und das gilt von jenem Korrektor

Ὑπερείδης schreiben den Redner konstant Laur. und Parisin. A, die übrigen Kodizes Ὑπερίδης; vgl. cap. 7, 22. 10, 18. 17, 9. 23, 9 und öfter. Weitere eigentümliche Übereinstimmungen zwischen dem Laurent. und Parisin. A bietet dieselbe Vita cap. 2, 31. 17, 28. 32, 36. Daß auch alle übrigen Lesarten von A, mit Ausnahme natürlich einiger Versehen, die dem Abschreiber untergelaufen sind, sich im Laurent. wiederfinden, wird hiernach niemand mehr wundernehmen. Es gibt nicht eine einzige Stelle, die nicht die Behauptung bestätigte, A sei aus dem Laurent. abgeschrieben.

Die Arbeitsweise des Mannes, der den Parisinus A geschrieben hat, ist durch den Nachweis einer seiner direkten Vorlagen genügend gekennzeichnet. Sollte hieraus nicht auch für die Entstehung des in demselben Parisinus vorliegenden mächtigen Korpus der Moralia eine Lehre zu ziehen sein?

Man mag bereits fragen, was für einen absonderlichen Wert es denn habe, für eine Pariser Handschrift des Plutarch eine Quelle nachgewiesen zu haben. Die Wichtigkeit entspringt daher, daß dieser Parisinus nach den Intentionen und in allernächster Umgebung eines sehr bekannten byzantinischen Mönches entstanden ist, nämlich des Maximus Planudes.

Schon öfter haben sich die Augen der Gelehrten[1] auf eine Randnotiz gerichtet, die in dieser Handschrift zur Consol. ad Apoll. S. 113 D εἰ δὲ ὁ τῆς ζωῆς τῶν ἀνθρώπων χρόνος εἰκὸς δὲ τὸν τῶν γενομένων steht und so lautet: οὕτως οἶμαι δεῖν γράφεσθαι· εἰ δὲ ὁ τῆς ζωῆς τῶν ἀνθρώπων

---

durchgängig; alle seine Verbesserungen, die mit einer braunen Tinte in dünnen Schriftzügen im Texte ausgeführt sind, gingen in den Parisin. A über. Außer diesem alten Korrektor sind noch vier weitere im Laurent. tätig gewesen. Zwei davon, die relativ älter sind, deren Verbesserungen nicht in den Parisin. A, wohl aber in die Juntina (a. 1517) übergegangen sind, notieren mit einem Γρ Varianten am Rande; obwohl sie beide schwarze Tinte gebrauchen, sind ihre Hände sehr leicht zu scheiden, da der eine in sorgfältig abgezirkelten, der andere in sehr flüchtigen Zügen, dazu mit einem stark glänzenden Atrament schreibt; von jenem rührt z. B. die Variante τούτου im Phoc. 5, 6 her, von diesem Phoc. 5, 9 ἀνήδυντον, 6, 19 ἀνάλωσιν, 9, 4 ἐπιδείξας usw. Zu den bisher genannten drei Korrektoren trat dann als vierter Euphrosynus Boninus (vgl. über ihn R. Schoell, Hermes V, S. 127 ff.), der den Kodex mit einer gelben Tinte in großen raschen Schriftzügen für die Editio princeps durchkorrigierte. Endlich erscheint z. B. im Cato minor mehrfach ein fünfter Korrektor, dessen Notizen in sehr kleinen flüchtigen Buchstaben mit rotbrauner Tinte im Texte übergeschrieben sind, aber weder im Parisinus A noch für die Juntina benutzt wurden; also sind sie zweifellos jünger als die Editio princeps; s. Cato min., cap. 3, 8. 13. 34 und öfter. — Nach diesen Angaben ist, was Schoell im Hermes V, S. 117 ff. ausgeführt hat, zu berichtigen.

[1] Schon Wyttenbach (Moralia praef. S. XLVIII ed. Lips.) hatte eine Ahnung von den Konsequenzen. Die Frage wurde in erweitertem Umfange aufgenommen von M. Treu, Zur Geschichte der Überlieferung von Plut. Mor. I. Waldenburg 1877. Treu postuliert ein verloren gegangenes Corpus Planudeum der Moralia, von dem z. B. Parisin. 1671 und 1672 abstammen. Seitdem ist neues wichtiges Material hinzugekommen.

χρόνος εἴκοσιν ἐτῶν ὁ μέγιστος ὥριστο τὸν δέκα ἐτῶν ἀπογενόμενον[1]. Diese umfangreiche Ergänzung wird nun im Parisinus 1672 (B, in den Moral. E) an der entsprechenden Stelle ausdrücklich und mit deutlichstem Bezuge auf den Wortlaut der Notiz in A dem Maximus Planudes zugewiesen: ὁ κύριος[2] Μάξιμος ὁ Πλανούδης οὕτως οἴεται δεῖν γράφεσθαι· εἰ δὲ ὁ τῆς ζωῆς usw. Man kann nicht zweifeln, der Parisinus A ebenso wie der wenig spätere B, die beide aus der Zeit dieses Mannes stammen, stehen zu Planudes in naher Beziehung[3].

Aber wir können noch weiter kommen. Seitdem wir die Briefe des Planudes kennen, die M. Treu, Breslau 1890, herausgegeben hat, können wir den Gang der Plutarchstudien des Mönches und ihr Resultat recht genau verfolgen.

Der älteste Brief in dieser Angelegenheit ist der 106., in welchem der Schreiber den Adressaten Alexius Philanthropenus, seinen mächtigen Gönner, am Schlusse, S. 142 Tr., mit folgender Bitte angeht: ἐμοὶ δ' ἔδοξε τὰ τοῦ Πλουτάρχου γράψαι βιβλία· πάνυ γάρ, ὡς οἶσθα, τὸν ἄνδρα φιλῶ. δεῖ τοίνυν ἔχειν μεμβράνας. αἳ δέ εἰσι παρὰ μὲν ἡμῖν, οὐ πάνυ χρησταί· εἰ δὲ καὶ τῶν ἀγαθῶν ἦσαν, ἀλλ' οὐχ ἡμῖν εὐπορία πρός γε τὸ πρίασθαι. μανθάνω δὲ παρ' ὑμῖν αὐτόθι πάνυ τε ἀγαθὰς γίνεσθαι, καὶ σοί γε πρίασθαι βουληθέντι οὐκ ἂν ἀπορία πρόφασις γένοιτο. εἰ δὴ τούτων μέλλοιμεν ἕξειν, καὶ τὸ τῶν τετράδων ἐπέμψαμεν μέτρον, ὡς δύο τοιαῦτα τὴν μεμβράνην ποιεῖν. τὸν μέντοι τούτων ἀριθμόν, πόσος ἂν εἴη, καὶ τὸ τῆς ἀποστολῆς τάχος τῇ σῇ καταλιμπάνω φιλοτίμῳ καὶ εὐγενεῖ προαιρέσει. Also Planudes möchte die[4] Schriften Plutarchs abschreiben

---

[1] Vgl. M. Treu, Zur Gesch. der Überl. v. Plut. Mor. I S. X.

[2] So Treu, a. a. O. S. X, der Wyttenbachs falsche Lesung καθῶς (s. Moralia praef. a. a. O.) richtigstellte.

[3] Die besprochene Randnotiz steht mit bloßem οἶμαι auch im Vatic. 1013, der folgende Moralia enthält: 1—21. 29. 58. 52. 55—57. 64. 67—69. 66. 43—48. 53. 54. 53 (so! nach mündlicher Mitteilung von Dir. Treu). ‖ 22. 24—28. 30—36. 39. 40—42. 49—51. 59—62. 63—65. ‖ 23. 37. 38; vgl. H. Wegehaupt, Philol. 64 S. 395. Das Mittelstück dieser in drei Etappen entstandenen Sammlung, von Schrift 22 bis 65, geht schon auf eine Reihenfolge zurück, wie sie in den Parisini A und B vorliegt; die erste Schrift dieser Reihe, 22, enthält denn auch die Randnotiz. Der Kodex wird von Studemund bei Amsel, *De vi atque indole rhythmor.*, Bresl. Abh. I, 3 S. 153, dem saec. XIII ex., von Graeven bei Paton, Pythici dialogi S. VI dem XV. saec. zugeschrieben; das Richtige wird wohl in der Mitte liegen. In dieselbe Zeit ungefähr gehört der Vatic. 139, der die Schriften 2—69 (u. 78) enthält und nach Mitteilung von Dir. Treu die Randnotiz mit einem γράφεται καὶ οὕτως einleitet. Jedenfalls stehen auch diese Kodizes, von denen aber keiner nachweislich älter ist als A, wie auch Ambros. C 126 inf. saec. XIII/XIV (vgl. Treu, Zur Gesch. usw. III S. 10) zu Planudes in Beziehung. Im Voss. 2 rührt die obige Notiz sicher, im Marc. 250 vermutlich von anderer Hand her; vgl. Wegehaupt, Philol. 64 S. 395, Anm. 20.

[4] Das τὰ deutet nicht etwa auf besondere dem Philanthropenus bekannte Schriften, sondern auf »die Schriftenmasse«, die damals allgemein als der Nachlaß Plutarchs den Gelehrten bekannt war.

und bittet den damals in Kleinasien mit den Türken Krieg führenden Philanthropenus, ihm von dort die nötigen Membranen zu schicken.[1] Diesen Brief hat nun Treu auf S. 263 seiner Ausgabe, den historischen Verhältnissen, wie sie in den zahlreichen Briefen an Philanthropenus vorliegen, folgend, auf das Jahr 1295 datiert. In diesem Jahre also spätestens ist in Planudes der Plan aufgetaucht, einen Membrankodex der Schriften Plutarchs zu schaffen; aber damals fehlte ihm noch das Pergament. Ist es nun nicht ein merkwürdiges Zusammentreffen, daß wir eben einen Pergamentkodex des Plutarch besitzen, der durch Subscriptio[2] gerade auf das folgende Jahr, 1296, vom Schreiber datiert ist?

Noch ein beachtenswertes Zusammentreffen. In das Jahr 1296 gehört der Parisinus A, und sechs Jahre später gibt Planudes in dem von ihm eigenhändig geschriebenen Marcianus 481 der Anthologie unter anderem ein Verzeichnis der Biographien und Moralia des Plutarch, das mit dem Bestande des Parisinus vollkommen übereinstimmt.[3] Man kann keinen Augenblick schwanken, was dieses Verzeichnis zu bedeuten hat: es gibt den Aufbau eben des Parisinus wieder, der ein Jahr später geschrieben ist, als Planudes die Absicht äußerte, einen solchen zu schreiben. Sollte er selbst der Schreiber dieses Kodex gewesen sein?

Um dies als unmöglich zu erweisen, müssen wir die Briefsammlung des Planudes noch einmal in die Hand nehmen.

In den Anfang des Jahres 1295 fällt der Brief an Philanthropenus, in dem Planudes Material zu einem Plutarchkodex erbittet. Damals hatte Philanthropen erst über vielversprechende Anfänge seiner Operationen nach Konstantinopel berichtet: ἐγὼ μὲν οὖν ἀγαθά σοι τὰ προοίμια βλέπω heißt es Z. 23. Nicht lange danach kommt die ersehnte Kunde vom ersten großen Siege des jungen Feldherrn; Planudes sendet ein umfangreiches Glückwunschschreiben ab, Brief 77. Jetzt erfolgt

---

[1] Aus den Worten geht hervor, daß Philanthropenus schon aus früherer Zeit wußte, daß Planudes sich mit Plutarch beschäftigte; aber daß er seine Werke abschreiben wollte, das meldet der Mönch mit seinem ἔδοξε dem Feldherrn als eine Neuigkeit. Mit Treu S. 263 anzunehmen, daß Planudes damals schon mit dem Abschreiben beschäftigt war, verbietet, wie mir scheint, eben dieses Wort in Verbindung mit dem folgenden Gedanken.

[2] Die Subscriptio lautet: ἐγράφη κατὰ τὸν ἰούλιον μῆνα τοῦ ϛωδ τῆς νῦν τρεχούσης ἰνδικτιῶνος θ τῆς ἁγίας εὐδόξου καὶ πανευφήμου εὐφημίας. εὔχεσθέ με, ἀδελφοί μου, διὰ τῶν πολλῶν μου σφαλμάτων. ἀμήν. ἁγία τριὰς βοήθει ἡμῖν. Danach wäre der Kodex also auf das Jahr 6804—5508 = 1296 zu datieren. Vgl. M. Treu, Zur Gesch. der Überl. von Plut. Mor. I. Waldenburg 1877, S. VII.

[3] Nur die von den erhaltenen Moralia hat Planudes übergangen, die ihm als Epitomae galten; vgl. über den Katalog des Marcianus M. Treu, Der sog. Lampriaskatalog, Waldenburg 1873, S. 21 und 45 Anm. und Derselbe, Zur Gesch. der Überl. von Plut. Mor. I S. IX. H. Wegehaupt, Plutarchstudien in ital. Bibliotheken, Cuxhaven 1906, S. 57 ff.

die Niederwerfung der Gegner Schlag auf Schlag. Auf eine neue größere Siegesnachricht antwortet Brief 78: ἀεὶ σύγε νικητικώτατος καὶ ποιεῖς τοῦτο ὃ πέφυκας καὶ νῦν αὖθις εὐαγγέλια πέμπεις, οἷα κατὰ τῶν πολεμίων ἐξείργασαι. In diesem Briefe findet sich nun am Schlusse ein Hinweis auf die Bitte um Membranen: σὺ δέ μοι πέμψειν ὅσον οὔπω δορὰς ἐκ τῶν τῆς λείας προβάτων γράφεις· ὃ καὶ αὐτὸς οἶδα αἰτήσας usw. Trotz dieser Verheißung des Feldherrn ließ aber die Sendung der zu Pergament zu verarbeitenden Häute auf sich warten. Philanthropen hatte die Ausführung des Versprechens seinem Ratgeber und Freunde, dem Mönche Melchisedek anvertraut; aber dieser versäumte es, wie Brief 109, 13 zeigt, den Auftrag zu erfüllen: τὰ μὲν σὰ (gemeint ist Philanthropen) γράμματα πεμφθῆναί φησιν ἡμῖν τὰς μεμβράνας παρὰ τοῦ φίλου (d. i., wie der Schluß des 86. Briefes zeigt, Melchisedek), ὁ δὲ ἐμοὶ δοκεῖν οὐκ ἔπεμψεν· καὶ γὰρ οὐδ᾽, ὡς ἔπεμψε, γέγραφε καίτοι γράψας πολλάκις. Inzwischen war der Winter 1295/96 herangerückt. Melchisedek kam nach Konstantinopel und blieb dort bis Anfang Februar 1296; vgl. Treu S. 253. Um diese Zeit, also im Frühlinge, begab sich Planudes auf Reisen in Angelegenheiten von Klöstern; vgl. Brief 111 und 114, 100. Die ganze Fastenzeit über war er von Konstantinopel fern und kehrte erst Ende März heim, weil ihn der Kaiser in einer Kirchensache nach Cilicien schicken wollte; vgl. den an Melchisedek gerichteten Brief 114, 132 ff. Diese Reise blieb aber unausgeführt; vgl. Brief 114, 141. Nicht lange danach (vgl. Treu S. 253) ist ein weiterer Brief an Melchisedek abgeschickt, Nr. 115, an dessen Schlusse der Schreiber wieder auf das versprochene Pergament zurückkommt: τὰς μεμβράνας οὔπω μὲν ἐδεξάμην, καίτοι πάλαι ἠλπίζοντο καὶ σὺ ταύτας ἡμῖν ἐπηγγέλλου. So gelangen wir bis Ende März 1296; damals konnte Planudes mit gutem Grunde erwarten, daß die Membranen in allernächster Zeit eintreffen würden. Im Juli dieses Jahres ist der Parisinus vollendet; in beinahe 4 Monaten konnte das ganz gut geschehen. Aber es ist sehr wahrscheinlich, daß Planudes im Sommer dieses Jahres gar nicht in Konstantinopel war; jedenfalls wäre, wie Treu S. 238 bemerkt, höchst merkwürdig, daß er von dem großen Erdbeben, das während des Juni und Juli dort wütete, nirgends etwas erzählt. Wir können auch sehr gut sagen, wo Planudes während dieser Zeit gewesen ist: bei Philanthropen in Asien. Damals war offenbar noch keine Spur zu entdecken von den verräterischen Plänen des trefflichen jungen Feldherrn, die noch gegen Ende desselben Jahres zu seinem Abfall vom Kaiser und dann zu seinem jähen Sturze führten. Im 120. Briefe schwelgt Planudes in Erinnerungen an diese längst beabsichtigte Reise, die ihn bis nach Tralles, Priene und Milet führte. So blieb also kaum Zeit dafür übrig, daß er eine so umfangreiche Handschrift selbst schreiben konnte.

Und so werden wir uns denn nicht wundern, daß die Schriftzüge des Parisinus A von der Hand des Planudes, die uns aus seinem Autographon der Anthologie, Marcianus 481 vom Jahre 1302, wohlbekannt ist, in der Tat abweicht; die Schrift des Parisinus ist die eines geübten Kalligraphen, der Marcianus dagegen ist von einem Gelehrten geschrieben.

Also selbst geschrieben hat Planudes den Parisinus nicht. Und doch gibt es, wie wir sahen, auf der andern Seite wieder Gründe genug, die der Schrift zum Trotz diesen Kodex als Ergebnis jenes Planes vom Jahre 1295 erscheinen lassen müssen. Aus diesem Dilemma gibt es nur einen Ausweg: Planudes selbst hat allerdings seinen Plan aus Mangel an Zeit nicht ausgeführt; aber er hat einem Manne aus seiner nächsten Umgebung das gesammelte Material übergeben, und dieser hat nach den Intentionen des Planudes in dessen Abwesenheit den mächtigen Kodex geschaffen, der jetzt in Paris[1] liegt.

Damit aber, daß er in die nächste Umgebung des Planudes gerückt ist, wird ein bedeutsames Ereignis auch im Leben dieses Mannes fixiert. Wir gewinnen einen Einblick in seine Mönchszelle. Er hat eine Reihe von Handschriften bei sich, in denen die Werke des Plutarch zerstreut sind, darunter den Laurent. 206, der nie mehr enthalten hat als den II. Band der Viten, und er möchte ein Korpus aller erhaltenen Schriften des geliebten Chäroneers zusammenschreiben. Als er selbst dann den Plan aufgeben muß, sorgt er doch weiter für seine Verwirklichung, indem er einem seiner Genossen das Material[2] dazu überläßt. So darf A in gewissem Sinne, jedenfalls in erster Linie, als der Kodex des Planudes gelten.

---

[1] Der Parisinus 1671 ist übrigens ein codex Mediceus; er stammt aus der ausgezeichneten Bibliothek des Kardinals Niccolò Ridolfi, des Neffen Leos X. Während sich der Kodex im Besitze Ridolfis befand, also um die Mitte des 16. Jahrhunderts, hat ihn der Staatssekretär von Florenz, Donato Gianotti (Jannotius), kollationiert; vgl. über ihn Sintenis, Plut. edit. mai. I prf. S. XXV f. Parisinus 1671 ist nämlich, wie bei anderer Gelegenheit erwiesen werden soll, des Jannotius S. Die Aldina des Plutarch (a. 1519) mit Gianottis Kollationen von 7 italienischen Hss., die, früher in der Bibliothek der Jesuiten in Rom (vgl. Welcker, Rhein. Mus. 1845, S. 469), seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts für verschollen galt, habe ich in der Biblioteca Vittorio-Emanuele in Rom wiedergefunden.

[2] In einem dieser Kodizes hatte Planudes die oben besprochene Notiz zur Consol. ad Apoll. beigeschrieben. Sie ging von da, ohne daß ihr Autor erkannt wurde, in den neuen Kodex, aus der gleichen Quelle, und zwar mit Erkennung des Urhebers, in den jetzigen Parisinus 1672, endlich ebendaher bzw. schon aus A selbst, was in jedem einzelnen Falle zu untersuchen wäre, in die anderen die Notiz enthaltenden Kodizes über. Nur aus A bisher bekannt ist die Notiz zu Schrift 69 (f. 213r) über die παλαιὰ βίβλος, ἐν ᾗ πολλαχοῦ διαλείμματα ἦν; vgl. Treu, Zur Gesch. d. Überl. usw. 1. S. X. Ob auch hier Planudes spricht, läßt sich nicht bestimmen, solange wir nur das Zeugnis dieser einen Handschrift haben.

Man wird sich also hüten müssen, dem Planudes mehr Einwirkung auf die Textgestalt des Plutarch zuzuschreiben, als sie sonst einem umsichtigen Abschreiber von Handschriften mehr oder weniger zukommt; vielmehr sind seine direkten Vorlagen aufzusuchen, von denen auch außer dem Laurent. 206, der ihm das ganze zweite Buch der Viten lieferte, noch die eine oder andere zu finden sein wird

In einem solchen Falle verliert die Kopie natürlich ganz ihren Wert.[1] Und überhaupt besitzen wir von den Viten älteres Material genug, um den Ausgangspunkt für die Untersuchung der Textgeschichte drei Jahrhunderte vor Planudes zu nehmen. Wir sehen, daß ihm nur Handschriften der Theseusklasse vorlagen, neben der uns doch noch für eine Reihe von Viten eine andere bekannt ist, und die Führerrolle, die in der Bezeichnung A liegt, wird der Parisinus in den Viten wohl überall verlieren.

[1] Von den Vitenpaaren des zweiten Buches sind die drei des Sertorius, Philopoemen und Pelopidas in Handschriften der anderen Klasse überhaupt nicht erhalten, die übrigen vier nur in den ganz jungen Marc. 385 und Vat. 1007. Der Laurentianus 206 wird also, wenn nicht das einzige, so doch das wesentliche Fundament der Recensio sein.

Ausgegeben am 29. November.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

Library Regr. No. 270/'48.
INDIA.
THE ... ARCHAEOLOGY

1906.

XLVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

29. November. Gesammtsitzung.

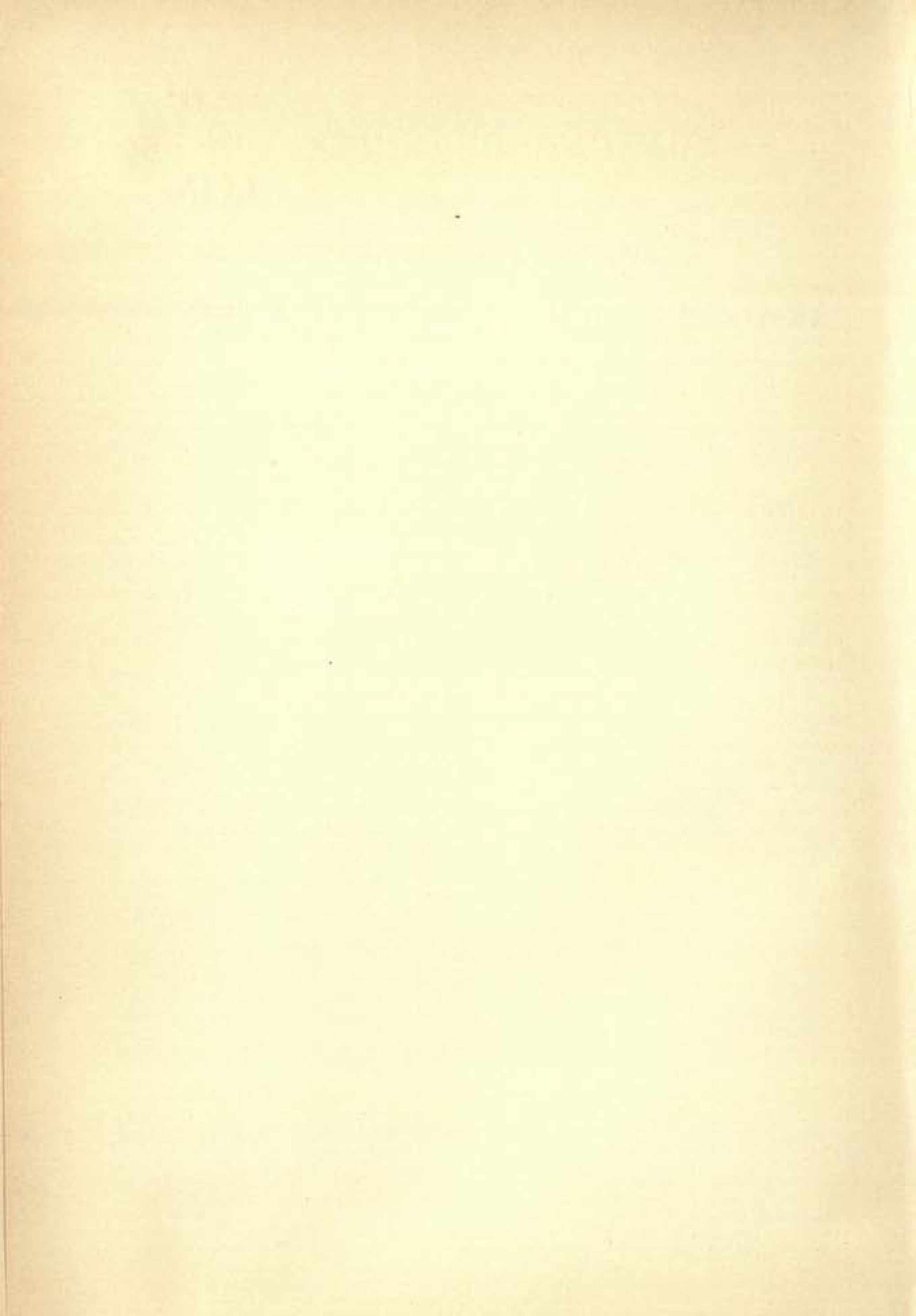
Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

*1. Hr. Schmoller las über die Entstehung der öffentlichen Haushalte, hauptsächlich in den Territorial- und Mittelstaaten vom 13.—17. Jahrhundert.

Die Untersuchung geht aus von dem Gegensatz der fürstlichen Haushalte in den älteren grösseren naturalwirthschaftlichen Reichen und den überwiegend geldwirthschaftlichen oder wenigstens geldwirthschaftlicher Zusammenfassung zugänglichen Haushalten der Fürsten vom 13.—17. Jahrhundert, schildert das Zusammenfallen des Hofhaltes und des Staatshaushaltes, die Hauptzwecke dieser: die Centralverwaltung, das Bauwesen, die kriegerischen Organisationen und Leistungen. Der Hauptgegenstand der Untersuchung aber ist, die Überlieferung über den Umfang dieser Haushalte zu prüfen, die brauchbaren Zahlenangaben in heutiges deutsches Geld umzurechnen, um so zu einer Vergleichung der finanziellen Stärke der Staaten unter einander und zu einem zahlenmässigen Bilde ihrer historischen Entwickelung zu kommen.

2. Hr. von Kekule überreichte die Publication der Königlichen Museen: Inschriften von Priene. Her. von F. Fhr. Hiller von Gaertringen. Berlin 1906.

Ausgegeben am 13. December.



1906.
XLIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

6. December. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Dilthey las »Studien zur Grundlegung der Geisteswissenschaften« (Fortsetzung der am 2. März 1905 gelesenen »Studie«). (Ersch. später.)

Er handelte zunächst von der Möglichkeit, die Aufgabe einer Besinnung über die Geisteswissenschaften isolirt vom allgemeinen systematischen Zusammenhang zu behandeln, und von dem Verhältniss dieser Besinnung zu der Geschichte der Geisteswissenschaften. Dann ging er auf einige Hauptsätze ein, die dem Gebiet der Grundlegung der Geisteswissenschaften angehören.

2. Hr. Conze legte einen vorläufigen Bericht des Baurathes Graeber über die mit Unterstützung der Akademie vorgenommene Untersuchung der Wasserleitungen von Pergamon vor.

Die Untersuchung hat sich besonders auf die Wasserkammer der Druckleitung, auf die römischen Aquäducte und die am Nordostabhange des Stadtberges hin geführten Leitungen, endlich auf die Soma-, jetzt besser Kaikos-Leitung gerichtet.

3. Hr. Harnack legte eine Publication der Königlichen Bibliothek zu Berlin vor: Alphabetisches Verzeichnis der laufenden Zeitschriften. Berlin 1906.

Vorläufiger Bericht über Untersuchung der Pergamenischen Wasserleitungen.

Von Baurat FRIEDRICH GRAEBER
in Bielefeld.

(Vorgelegt von Hrn. CONZE.)

Mit Unterstützung der Königlichen Akademie der Wissenschaften und des Kaiserlichen Archäologischen Institutes hat der Unterzeichnete in der Zeit vom 11. September bis 10. November 1906 die Wasserleitungen von Pergamon unter der freundlichen Mitwirkung der HH. CONZE und DÖRPFELD einer erneuten Prüfung unterzogen. Seit der ersten Untersuchung der Wasserleitungen im Jahre 1886 hatten die HH. SCHUCHHARDT und FABRICIUS sich mit denselben eingehender beschäftigt, und im Jahre 1896 war durch Hrn. GIEBELER die Wasserkammer der Hochdruckleitung festgelegt. Durch die Arbeiten dieser Herren war viel Neues ermittelt; es hatten sich aber auch mehrfach Differenzpunkte in den Resultaten gezeigt, so daß es erforderlich wurde, das gesamte Material vor der Herausgabe der Arbeiten in den »Altertümern von Pergamon« noch einmal einer genaueren Sichtung zu unterziehen. Außerdem waren seit dem Jahre 1896 die Ausgrabungen am Burgberge selbst durch Aufdeckung der Agora, des Aufganges zur oberen Stadt und durch die Freilegung des Gymnasions vorangeschritten, so daß die Weiterführung der Untersuchungen auch auf diese neuen Ausgrabungsergebnisse notwendig wurde. Es handelte sich demnach darum: I. die von den verschiedenen Herren gemachten Beobachtungen nachzuprüfen, um ein sicheres Schlußresultat zu erzielen, und II. die so gewonnenen Ermittelungen mit den ferneren Ausgrabungsresultaten in Verbindung zu bringen und die Wasserversorgung der neuen Stadtteile an die der alten anzuschließen. Ein kurzer Überblick über das Erreichte möge genügen.

I. Nachprüfung und Vervollständigung der bisherigen Untersuchung.

a) Die Hochdruckleitung.

Diese wichtigste und interessanteste Leitung in Pergamum war der Ausgangspunkt der früheren Untersuchungen (Abhandl. der Akad. 1887). Da über dieselbe, abgesehen vom Material des Rohres selbst, keine Meinungsverschiedenheiten herrschten, konnten die bisher gefundene Trace und die Konstruktion als feststehend angesehen werden. Es erschien aber wünschenswert, die Wasserkammer am Agios-Georgios-Berg noch einmal zu prüfen, und es wurde daher das Terrain rings um dieselbe noch weiter ausgegraben. Von den beiden Hauptkammern hat die südliche eine Zweiteilung, welche eine spätere Zutat ist, da die Zwischenwand auf einer über dem alten Fußboden sich befindenden Sandablagerung errichtet ist. Es wird die Zweiteilung eventuell mit der Neuanlage und der Einführung der zwei Tonrohrleitungen der Aquäduktleitung zusammenhängen, um den Wasserabfluß der Druckrohrleitung und der Aquäduktleitung zu regeln. Die Zuleitung des Wassers von der Westseite her bestand tatsächlich, und, den drei Öffnungen in der Westwand entsprechend, mündeten auch drei Tonrohrleitungen in die Wasserkammer, wie es im weiteren Verlaufe nach Norden schon Schuchhardt erkannt hatte. Von den drei Tonrohrleitungen hat eine im Format andere Abmessungen, während die zwei anderen gleichartig gestaltet sind. Dies ergab besonders die Aufdeckung der drei Rohrleitungen am Sattel hinter dem Agios-Georgios-Berg. Es werden also ein Rohr für die Hochdruckleitung, die beiden anderen für die Aquäduktleitung bestimmt gewesen sein.

Außer diesen drei Tonrohrleitungen wurde aber jetzt noch ein gemauerter Kanal parallel den Tonrohrleitungen aufgedeckt, welcher in einer Felskammer endigte, die sich nördlich an die schon aufgefundenen zwei Hauptkammern anschloß und einen besonderen Ablauf- bzw. Umlaufkanal östlich der zwei Kammern erhalten hatte. Diese neu aufgefundene Anlage ist unzweifelhaft späten Charakters, zeigt aber, daß die Quellzuführung vom Madaras Dagh bis in spätrömische und etwa byzantinische Zeit noch gepflegt wurde, wie es auch schon die Tonrohrleitung andeutete, welche eine Strecke weit in die Lochsteine der Hochdruckleitung nach Entfernung der Metallröhren eingelegt war. Die Grabungen um die Wasserkammer nach Norden und Osten herum ergaben, daß eine Wasserzuleitung von den etwas höher gelegenen Quellen am Agios-Georgios-Berg selbst, besonders von der schönen Quelle an der Agios-Georgios-Kapelle, nicht nachweisbar ist, obwohl die eigenartige Lage der Wasserkammer darauf hinzuweisen schien.

b) Die Aquäduktleitung.

An die von mir seinerzeit nur flüchtig untersuchte Aquäduktleitung hatten sich die meisten Kontroversen angeschlossen. Sowohl Fabricius wie Schuchhardt hatten die Mehrgeschossigkeit nachgewiesen und damit konstatiert, daß zuerst der Zuflußkanal in gleichmäßigem Gefälle über die Talsenkung hinüber auf den Aquädukt entlang geführt sei. Besonders Fabricius hatte in sorgfältigen Untersuchungen nicht nur Pfeiler eines Obergeschosses aufgedeckt, sondern auch durch Sammlung und Prüfung der Lochsteine festgestellt, daß die Lochsteine aus den Quadern des zusammengestürzten Aquäduktes hergestellt seien. Er schien jedoch dahin zu neigen, daß die beabsichtigte Steinrohrdruckleitung nicht zur Ausführung gekommen, und daß die aus Stein- und Tonröhren hergestellte Druckleitung spätes Flickwerk gewesen sei. Auf die Mehrgeschossigkeit (zwei Bogenreihen nach Schuchhardts, eventuell drei nach Fabricius' Annahme) habe ich den Aquädukt neuerdings genauer untersucht, durch Freilegung des Mauerzuges auf der Südseite am Berge mehrere Pfeilerfundamente freigelegt und feststellen können, daß das Bauwerk im ganzen drei Stockwerke gehabt hat, von welchen das oberste geringere Höhenabmessungen hatte. Nach Einsturz des Aquädukts ist dann wahrscheinlich eine Druckleitung aus dickwandigen Tonröhren gebaut worden. Man hat die Pfeiler am Aufstieg bis auf die Fundamente abgebrochen, den Zwischenraum zwischen den Pfeilern etwa 1.0 m hoch mit Packwerk aus Steinen in Lehm ausgefüllt und auf diese die Druckleitung gelegt. Wenigstens fanden sich auf der freigelegten Strecke am Südhang große Mengen der Tonröhren, aber keine Steinröhren, während auf der entgegengesetzten Seite mehrere Linien der dicken Tonröhren mit Steinröhren (allerdings in schlechter Bearbeitung) schon früher als *in situ* liegend konstatiert waren. Die große Zerstörung des Bauwerkes und die vielen späteren Umbauten lassen es auch jetzt noch ungewiß, ob neben der Tonrohrdruckleitung noch eine Steinrohrdruckleitung bestand, ob letztere unfertig blieb, wie Fabricius annimmt, ob eventuell eine ersichtlich flüchtig und schlecht gebaute Mauer, die sich längs des Aquäduktes hinzieht, als Unterlage für eine provisorische, nach dem Einsturz des Aquäduktes gemachte Druckleitung aus Steinröhren anzusehen ist (vgl. die Steinrohrdruckleitung in Smyrna), oder ob die kombinierte Stein-Tonrohr-Druckleitung auf der ganzen Strecke bestand. Jedenfalls hat die Absicht vorgelegen und ist auch zur Ausführung gelangt, nach dem Einsturz des Aquäduktes das Wasser wieder auf die alte Höhe zu bringen und wohl besonders dem Gymnasium zuzuführen.

Die Fortführung des Kanals um den zwischen den zwei Aquädukten liegenden Berg nach dem kleinen Aquädukt, über diesen hinweg und von da am Osthang der Burg entlang bis zum Gymnasium ist nachgewiesen. Der Bau der Aquädukte wird mit dem prächtigen Umbau des Gymnasiums in römischer Zeit zusammenhängen, und dürften beide gleichzeitig sein.

Die dritte Periode beim großen Aquädukt, in der man darauf verzichtete, das Wasser am Südende des Aquädukts wieder auf die alte Höhe zu bringen, fällt in späte Zeit. Auf dem notdürftig hergestellten untersten Stockwerk baute man zwei Kanäle und führte sowohl nach Osten wie nach Westen von der Wasserkammer am Südende in Tonröhren das Wasser in geringerer Höhenlage um den Berg herum. Wenn man annehmen darf, daß von den drei Tonrohrleitungen als Zuflüssen zur Wasserkammer am Agios-Georgios-Berg zwei für die Aquäduktleitung bestimmt gewesen sind, so darf man weiterhin den neuerdings daselbst aufgefundenen, wenig gut ausgeführten Kanal und die Felskammer mit der Kanalleitung der dritten Periode zusammenbringen. Daraus würde sich ergeben, daß man das Wasser vom Madaras Dagh selbst in später Zeit nicht hat entbehren wollen.

Das von Schuchhardt aufgefundene Klärbassin am kleinen Aquädukt wurde von neuem freigelegt. Die Deutung und der Zusammenhang desselben mit dem neben ihm entlang führenden Kanal ist trotz der verhältnismäßig guten Erhaltung nicht klar zu erkennen.

II. Neue Ergebnisse.

a) Die griechische Gymnasiumleitung.

Durch die Fortführung der Ausgrabungsarbeiten in den letzten zehn Jahren ist ein großer Teil der griechischen Unterstadt am Burgberge vom Südtor an bis zum Gymnasium freigelegt und in letzterem eine griechische und römische Bauepoche von Bedeutung konstatiert worden. Die Hochdruckleitung allein konnte die Wasserbedürfnisse von so großen Bauanlagen nicht befriedigen, und von der Aquäduktleitung ist schon vorstehend gesagt, daß sie mit dem späteren römischen Umbau des Gymnasiums wahrscheinlich direkt zusammenhängt. Woher erhielt das Gymnasium in griechischer Zeit das Wasser? Es ist gelungen, auch diese Frage zu lösen. Bei der Prüfung der Leitungen, welche an den Felsen des Abhanges des Burgberges sich entlang ziehen, von welchen zwei schon früher als vorhanden konstatiert, aber nicht weiter verfolgt waren, weil die Ausgrabungen sich noch nicht auf den unteren Teil des Burgberges erstreckten, fand sich noch

eine dritte Parallelleitung zwischen den beiden. Sie konnte in den Felsspalten auf eine längere Strecke freigelegt werden, und bei ihrem Eintritt in die Stadt durch die Eumenische Mauer fand man bald, daß sie sich in den Fels einarbeitete und dann als Felsstollen fortpflanzte. Sie trug griechisches Gepräge nach der ganzen Art der Herstellung, und es entspricht auch die Art ihrer Führung dem Verfahren in griechischer Zeit, die Wasserleitungen unterirdisch durch die Felsen weiterzuleiten, während die Römer Aquädukt- und Kanalleitungen vorzogen. Dieser Stollen ist bislang auf eine Strecke von 30 bis 40 m in den Berg verfolgt, hat alle 9—10 m einen Luft- bzw. Arbeitsschacht und nimmt seinen Weg auf das griechische Gymnasium hin. Da das Gymnasium die Höhenlage von rd. 184 m überm Meer hat, der Stollen bei der Eumenischen Mauer auf rd. 191 m liegt, das Gefälle gering ist, so wird der Stollen etwa 5—6 m über dem Stylobat des Gymnasiums einmünden, also die geeignete Höhenlage haben, um das Wasser dort für Badeanlagen, Röhrenbrunnen usw. zweckmäßig zu verteilen. Auf der Sohle des Bergstollens liegt eine Tonrohrleitung ähnlich wie bei der Peisistratosleitung in Athen. Im Gymnasium selbst hat der Stollen noch nicht aufgefunden werden können, weil er an der Ostseite desselben, wo jetzt die noch nicht ausgegrabenen römischen Anlagen sich befinden, einmünden wird. Die nächste Ausgrabungsperiode wird daher auch diese Einmündung voraussichtlich aufdecken. Dieser interessante Stollen hat zweifellos lange noch als Wasserbringer funktioniert, denn es zeigte sich, daß die späte römische Burgmauer noch mit ihm als Quellwasserbringer rechnen mußte. In ihr befindet sich nämlich eine kleine Tür, welche zu einem Luftschacht des Stollens als einem Zugang zum Stollen selbst führt. Die Ausräumung des Stollens war nicht leicht, weil er auf eine längere Strecke direkt unter der römischen Mauer sich entlang zieht, so daß die Arbeitsschächte nicht ausgeräumt werden konnten, wodurch der Transport der Erde aus dem Stollen erschwert wurde. Die Art der Ausführung dieses Stollens, war ähnlich wie bei der Peisistratosleitung in Athen, der Art, daß man zuerst die Luftschächte abteufte und dann von Schacht zu Schacht sich entgegenarbeitete. Man erkennt dies daran, daß die Stollenlinien nicht genau aufeinander treffen und daß in der Mitte zwischen zwei Schächten der Stollen sehr eng wird, man also nur das unbedingt nötige Material aus dem sehr harten Felsen herausnahm. Gerade diese sehr engen Stellen machten bei der Nachforschung den Erdtransport in der ganzen Längsrichtung sehr schwierig.

Im Gymnasium befinden sich die Wasseranlagen in allen drei Abteilungen an der Ostseite, ebenso der Stadtbrunnen am Tor des

Gymnasiums, und so wird das Wasser, welches ins oberste Gymnasium eintritt, von oben herab sich in die unteren Abteilungen verteilt haben und von da hinunter zur Agora und so weitergeführt gewesen sein, wie es die vielen Tonrohrleitungen aus später Zeit auch zur Genüge angeben. Von weiterem Interesse ist aber auch die rückwärtige Verfolgung dieses griechischen Kanales ins Gebirge. Sie hat zwar nicht mehr vorgenommen werden können, aber es ist wohl unzweifelhaft, daß die Leitung die Quellen des oberen Ketiostales aufsuchte. Eine Schwierigkeit würde bei dieser weiteren Verfolgung die Senkung des Bergsattels verursachen, welche der große Aquädukt überbrückt. Die Senkung liegt etwa 20 m tiefer als der griechische Stollen. Nun haben wir schon früher an diesem Sattel mehrere sehr schön gearbeitete Steinröhren von 11 cm lichtem Durchmesser aufgefunden, für welche alle bisherigen Arbeiten und Funde an der Hochdruckleitung und am Aquädukt keine Verwendung annehmen ließen. Die griechische Gymnasiumleitung hat aber eine Druckleitung an dieser Stelle von etwa 20 m Druckhöhe nötig, und so werden sich die Steinröhren höchstwahrscheinlich als die Reste der griechischen Steinrohrleitung ergeben, und eventuell wird sich auch noch ein Teil der Steinrohrdruckleitung auffinden lassen.

b) Die römische Gymnasiumleitung.

Daß der mit großen Mitteln ausgeführte Umbau des Gymnasiums in römischer Zeit mit den Aquäduktbauten zusammenhängen wird, ist schon oben erwähnt. Die Führung der Wasserleitung möchte dies fast als sicher erscheinen lassen. Denn der Aquäduktkanal endet im Gymnasium in einer Höhe von etwa 13 m über dem Stylobat der Säulenhallen des Hofes, das Gefälle des Kanales von hier bis zum Aquädukt ist ein sehr geringes, 2—3 m auf mehrere Kilometer Länge, und es ist dies verständlich; denn man wollte dem großen Aquädukt keine größere Höhe, als absolut notwendig, geben. Jedes Meter Gefälle mehr würde den Bau des Aquäduktes erheblich erschwert und verteuert haben. Der Aquädukt hat jetzt schon eine Länge von rund 700 m und eine größte Höhe von über 30 m. In römischer Zeit war das Bedürfnis nach Wasser erheblich größer als in der griechischen, daher die hohe Einmündung über dem Gymnasium, um reichere Anlagen schaffen zu können, Thermen, Springbrunnen und dergleichen mehr. Dies wird gewiß die spätere Ausgrabung der Ostseite des Gymnasiums noch ergeben.

Interessant war auch der Punkt, an welchem am kleinen Aquädukt der Kanal über die dort die Linie kreuzende Hochdruckleitung hinweggeführt worden ist. Die Stelle ist gut erhalten und aufgedeckt

worden, und es wird dort der Beweis geliefert, daß bei Anlage des großen Aquäduktes die Hochdruckleitung noch in Tätigkeit blieb.

Um noch einen Beweis zu erbringen, daß der oberste Kanal in den Felsen sowie der Kanal oben im Gymnasium mit der Aquäduktleitung identisch sei, wurde weiterhin am Ostabhang noch einmal an einer Stelle der Kanal aufgegraben und in der richtigen Höhenlage gefunden.

Somit herrscht Klarheit über die Zuleitung des Wassers zum Gymnasium in griechischer und römischer Zeit.

c) Die unterste Leitung am Ostabhang des Burgberges.

Vorläufig von geringerem Interesse ist am Ostabhang des Burgberges die dritte, tiefer gelegene Leitung. Es ist ein Kanal aus später Zeit, der auf große Längen hin nicht weit vom kleinen Aquädukt bis zur jetzigen Schutthalde am Großen Gymnasium und zum byzantinischen Ostturm am Stadtbrunnen verfolgt ist und aufgedeckt werden konnte. Und doch wird auch er seine Bedeutung gehabt haben, was die vielen Leitungen anzeigen, in die er sich verzweigt. Er liegt etwa 20 m tiefer als der griechische Kanal zum Gymnasium. Besonders interessant ist ein Klär- und Verteilungsbecken, aus mehreren Kammern bestehend, welches am Ostabhang etwa 100 m von der Eumenischen Mauer nach Süden, also schon innerhalb der Stadt sich befindet. Dort hört die Leitung als gemauerter Kanal auf, fällt in ein tieferes Bassin hinab, und geht dann in drei Tonrohrleitungen über, von welchen die eine ersichtlich später zugefügt ist. Ein weiterer Teil des Wassers füllte ein anderes Bassin, vielleicht Schöpfbassin an der Straße, die sich dort entlang zog und deren Stützmauern mehrfach im Zuge der Tonrohrleitungen aufgefunden worden sind. Bemerkenswert sind durchlöcherte Platten, welche in dem unteren Bassin liegen, ähnlich denen in dem sogenannten Klärbassin am kleinen Aquädukt. Verwendung und Zweck der Platten ist noch nicht genau zu erklären. Die Tonrohrleitungen selbst verzweigen sich im weiteren Verlauf in verschiedene Stränge. Eine von diesen dürfte die doppelte Leitung sein, welche unter der Straße oberhalb des Stadtbrunnens dicht an der römischen Mauer liegt. Zu erwägen ist, ob dieser dritte Kanal etwa mit der letzten Epoche des Aquäduktes zusammenfällt, also von der Wasserkammer am Südende der untersten Bogenreihe aus gespeist wurde.

d) Die Somaleitung.

Eine weitere Aufklärung hat die Untersuchung über die Ketios- bzw. Somaleitung ergeben. Bekannt war bisher nur der Ketioskanal, welcher zum Teil auf der damals schon ausgeschalteten Eumenischen

Mauer verläuft und im weiteren Verlaufe aufwärts den Ketiosfluß übersetzt. Sodann war unterhalb Soma im oberen Kaïkostal ein Kanalstück bekannt, dessen Zugehörigkeit zu diesem Kanal schon Conze und Schuchhardt annahmen, wie es auch im Volksmunde hieß. Es hat sich nunmehr ergeben, daß unterhalb Eski Bergama die Reste eines großen Aquäduktes noch stehen, welcher in etwa 40 m Höhe das breite Tal übersetzt hat. Auf beiden Berglehnen des Tales konnte in längeren Linien der Kanal aufgefunden und verfolgt werden. Nach Osten, also nach Soma hin, überschreitet er einen Bergsattel und zieht sich an den Nordhängen der Berge des Kaïkostales entlang. Nicht weit vom Dorfe Kuspuli wurden wieder Reste eines Talüberganges aufgefunden, der Aquädukt ist hier aber erheblich kleiner, der Talenge entsprechend, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß sich solche Reste auch in den anderen kleinen Tälern, welche die vom Gebirge kommenden Sturzbäche gebildet haben, vorfinden werden. Etwa 3 km oberhalb dem Paläokastro Assar, dem alten Apollonia, bei dem Dorfe Urumlu, ist der Übergang eines Aquäduktes über den dortigen Fluß noch in erheblichen Resten vorhanden; im Flusse stehen noch alle Pfeiler 3 m hoch aufrecht, am Ostrande Reste der Aquäduktbogen mit dem Kanal am Ende nach Süden abbiegend. Sodann konnte noch die Durchquerung des Kaïkostales selbst unterhalb des Dorfes Ilidschi bei Soma festgestellt werden, und im Anschluß daran wurde der obenerwähnte Somakanal am Berghange längs der heutigen Fahrstraße sichtbar. All diese Bauanlagen bezeichnen die Richtung, welche die Somaleitung nimmt, und es unterliegt somit keinem Zweifel mehr, daß für Pergamon auch der Trachala-Dagh mit seiner reichen Quelle bei Ilidschi als Wasserzubringer in Anspruch genommen worden ist. Es ist aber nach einer ganz jüngst noch durch Hrn. Jacobsthal ausgeführten Erkundung anzunehmen, daß die Leitung noch weiter her gespeist wird vom Ak-Sü, einer der Quellen des Kaïkos in dem durch die Galaterschlacht berühmten Hochtale oberhalb Soma. Die Berge bei Soma sind Kalkberge, und so weist der Somakanal auch auf der anderen Kaïkosseite bei Apollonia sehr starke Sinterablagerungen, an den Innenwänden des Kanals bis zu 13 cm stark, nach, was seine Leistungsfähigkeit im Laufe der Zeit sehr beeinträchtigt haben muß. Die Somaleitung ist wie die Aquäduktleitung vom Agios Georgios her römisch und aus späterer Zeit als diese. Während bei der Aquäduktleitung Pfeiler und Bogen ganz aus Quadern hergestellt sind und nur die Fassadenflächen über ihnen Würfelmauerwerk zeigen, sind bei den Aquädukten der Somaleitung Quader in viel geringerem Maße verwendet, das Mauerwerk ist viel roher zusammengesetzt, die Kanäle an den Berglehnen und selbst die Wölbungen sind nur aus Steinen

in Lehm gemauert, und nur bei Pergamon und bei Soma, wo die Kalkbeschaffung leichter gewesen sein wird, ist der Kanal gut in Mörtel gelegt. Die Aquädukte haben sämtlich Gußmauerwerk. Es ist auch verständlich, daß bei einem so großen Werk von über 40 km Länge das Detail vernachlässigt worden ist, und das Ganze mehr den Charakter einer Massenarbeit annahm.

Bei Apollonia darf die Aquäduktleitung nicht mit einer zweiten Flußübersetzung unterhalb der alten Stadt verwechselt werden, welche vielmehr von einer Brücke mit 16 Öffnungen herrührt, von welcher auch sämtliche Pfeiler in einer Höhe von 2—3 m noch vorhanden sind. Die Bauart dieser Brückenpfeiler ist von der des Aquäduktes derartig verschieden, daß sie jüngerer Zeit angehören wird.

Dies sind die wichtigsten Ergebnisse meiner diesjährigen Untersuchungen. An dieselben schließen sich noch einige kleinere Arbeiten an, die Freilegung des alten Brunnenhauses Agios Stratigos im Ketiostal, die Aufnahme eines Quellenstollens am Südabhang der Burg oberhalb der Gurnelia aus zwei getrennten, später verbundenen Systemen bestehend und sonstige kleinere Beobachtungen. Das Bild der Wasserversorgung Pergamons dürfte dem Fortschritt der Ausgrabungen folgend eine angemessene Bereicherung erfahren haben.

Ausgegeben am 13. December.

SITZUNGSBERICHTE

1906.

L.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

6. December. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Nernst las über die Beziehung zwischen Wärmeentwicklung und maximaler Arbeit bei condensirten Systemen. (Ersch. später.)

Der Vortragende gibt zunächst in etwas veränderter Darstellung die Ableitung der Formeln, welche für condensirte Systeme aus dem von ihm kürzlich entwickelten Wärmetheorem folgen. Die Anwendung des erwähnten Theorems auf das Gleichgewicht zwischen optischen Antipoden führt zu den bekannten Gleichgewichtsbedingungen, die bisher nur moleculartheoretisch gewonnen wurden, jetzt aber auch rein thermodynamisch sich ableiten lassen. Ferner werden die thermischen und Affinitäts-Verhältnisse bei der Umwandlung von prismatischem in oktaedrischen Schwefel besprochen und die Anwendbarkeit der neuen Formeln dargethan. Schliesslich wird von den gleichen Gesichtspunkten die Bildung krystallwasserhaltiger Salze und die elektromotorische Kraft gewisser galvanischer Combinationen erörtert.

2. Hr. Branco legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. O. Zeise hierselbst vor: Über die miocäne Spongienfauna Algeriens. (Ersch. später.)

Die Mittheilung gibt eine Übersicht über die Ergebnisse der Untersuchungen, die der Verf. mit akademischer Unterstützung im Frühjahr d. J. ausgeführt hat.

3. Hr. Klein legte vor: Vorstudien zu einer petrographisch-geologischen Untersuchung des Neuroder Gabbrozuges, von Hrn. Dr. F. Tannhäuser hierselbst.

Diese erste Mittheilung über die gleichfalls mit akademischen Mitteln in diesem Jahre begonnene Untersuchung gibt einen Überblick über die verschiedenen Gesteinsarten des Neuroder Gabbrozuges. Im Anschluss hieran werden ihre gegenseitigen Beziehungen, insbesondere diejenigen vom Gabbro zum Diabas, dargelegt, und schliesslich wird das geologische Alter des Neuroder Gabbrozuges erörtert.

4. Hr. Klein legte ferner vor: Die Basalte des westlichen Nordgrönlands und das Eisen von Uifak, von Hrn. Dr. Arthur Schwantke in Marburg.

Die sehr eigenthümlichen Verhältnisse dieser Basalte, in denen gediegen Eisen vorkommt, haben schon zu vielen Discussionen Veranlassung gegeben. Verf. prüft die einzelnen Ansichten auf ihren Werth hin und neigt sich der zu, die Eisenverbindungen im Basalt durch Kohle, die er durchbricht, reducirt sein lässt.

Vorstudien zu einer petrographisch-geologischen Untersuchung des Neuroder Gabbrozuges in der Grafschaft Glatz.

Von Dr. F. Tannhäuser
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Klein.)

Die unter dem Namen »Gabbro von Neurode« oder auch »Gabbro von Volpersdorf« bekannten Gesteinsarten gehören einem durchschnittlich 500—600 m hohen Gebirgszuge an, der sich in NNW.–SSO.-Richtung von Kohlendorf bei Neurode über Buchau und Volpersdorf, Ebersdorf, Leppelt bis zum Vorwerk Waldhof bei Klein-Eckersdorf hinzieht. Seine Längserstreckung wird von E. Dathe[1] an der Oberfläche zu etwa 9 km bei einer durchschnittlichen Breite von 1.5 km angegeben.

Bei einem Rückblick auf die zahlreiche Litteratur, die über diesen Gabbrozug vorhanden ist, ergibt sich eine Anzahl von Gesichtspunkten, die als Wegweiser für eine petrographisch-geologische Untersuchung dienen können.

Zunächst fällt die verschiedene Gliederung der den Gabbrozug zusammensetzenden Gesteinsarten auf, die von den einzelnen Autoren gemacht wird.

Die erste speciellere Eintheilung stammt von Gustav Rose[2] aus dem Jahre 1867. Sie stützt sich im wesentlichen auf das geologische Auftreten der verschiedenen Gesteinstypen und zerfällt in: 1. grünen Gabbro, 2. schwarzen Gabbro, 3. Anorthitgestein (Forellenstein) und Serpentin, 4. Gestein der Schlegeler Berge (Uralitgabbro).

Leider ist Gustav Rose nur dazu gekommen, die beiden ersten Gruppen in seiner oben angeführten Arbeit zu beschreiben, während die beiden letzten Gruppen fehlen.

[1] E. Dathe: Blatt Neurode, in den »Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten«. Berlin 1904. S. 115.

[2] G. Rose: Über die Gabbroformation von Neurode in Schlesien. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Gesellsch. Bd. XIX, S. 275.

Diese Rosesche Einteilung wurde im großen und ganzen mit geringen Modifikationen lange Zeit beibehalten, und man findet sie auch heute noch vertreten.

E. Dathe[1], der bei der Aufnahme des Blattes Neurode Gelegenheit fand, eine ganze Reihe verdienstvoller Arbeiten zu veröffentlichen, die im Jahre 1882 ihren Anfang nehmen und mit den abschließenden »Erläuterungen« im Jahre 1904 ihr Ende finden, trennt endgültig in folgender Weise: 1. schwarzer Gabbro, 2. grüner Gabbro, 3. Anorthitgabbro, 4. Forellenstein, 5. Serpentin, 6. grobkörniger Diabas, 7. Diabas, 8. dicht- bis feinkörniger Diabas.

Dabei entsprechen die als Diabas bezeichneten Gesteine dem »Gestein der Schlegeler Berge« Gustav Roses.

In seiner Dissertation lehnt sich P. Heimann[2] 1897 an ältere Einteilungen E. Dathes an, indem er sondert in: 1. schwarzen Gabbro, 2. grünen Gabbro, 3. Anorthitgabbro, 4. Forellenstein, 5. Serpentin, 6. Uralitgabbro. Außerdem glaubt aber Heimann am Mühlberge noch 7. Strahlsteingabbro gefunden zu haben.

Meine Untersuchungen, die ich im September dieses Jahres mit Unterstützung der Königlichen Akademie der Wissenschaften ausführen konnte, haben ergeben, daß die letzte Einteilung Dathes im allgemeinen beibehalten werden kann. Statt der von Gustav Rose übernommenen Bezeichnung »grüner Gabbro« und »schwarzer Gabbro« gebe ich aber der übrigens auch von Dathe gelegentlich gebrauchten Bezeichnung den Vorzug, die der verschiedenen Mineralzusammensetzung Rechnung trägt, indem ich diese beiden Gabbrovarietäten als Gabbro und Olivingabbro bezeichne.

Bezüglich des »Anorthitgabbros« muß erst das Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung abgewartet werden, da es mir im Felde selbst nicht möglich war, nach der Datheschen Karte eine Gabbroart zu finden, die in ihrer mineralogischen Zusammensetzung derartig abweicht, um eine selbständige Bezeichnung zu rechtfertigen.

Eine Einteilung des Diabases nach der Korngröße mag für die Kartierung ihre Vorzüge haben, erscheint aber vom petrographischen Standpunkte untunlich, so daß die drei Diabasgruppen Dathes einfach als »Diabas« zusammenzufassen sind.

Was nun die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Gabbrogesteine: Gabbro, Olivingabbro, (Anorthitgabbro), Forellenstein und Serpentin anbelangt, so muß das Magma des »Gabbro« als das Stamm-Magma aufgefaßt werden, während die übrigen Varietäten

[1] A. a. O. S. 116—121.

[2] P. Heimann, Beiträge zur Kenntnis des Gabbrozuges bei Neurode. Halle 1897. S. 14—27.

Differentiationsprodukte darstellen. Die einzelnen Gesteinsarten sind durch mannigfache Übergänge miteinander verbunden.

Von großem Interesse mußte es ferner sein, das Verhältnis der eigentlichen Gabbrogesteine zum Diabas zu klären. Früher wurden diese beiden Gesteinsgruppen von einzelnen Autoren als gar nicht zusammengehörig aufgefaßt und ihnen auch ein verschiedenes Alter zugeschrieben. Aber Dathe[1] machte im Jahre 1882 bereits auf die wichtige Tatsache aufmerksam, daß beide Gesteinsgruppen allmählich ineinander übergehen. Ich fand diese Angaben Dathes vollkommen bestätigt. Aus den jetzigen Lagerungsverhältnissen des Diabases ist es aber infolge der Zerstörung durch die Erosion nicht mehr ersichtlich, ob es sich bei ihm um einen Deckenerguß oder um ein intrusives Lager handelt. Vielleicht kann man aber aus der engen und innigen Verbindung, die zwischen Gabbro und Diabas vorhanden ist, eher auf eine intrusive Natur des Diabases schließen.

Im Diabas setzen einerseits wiederum Nachschübe von Diabasgängen auf, andererseits wird er aber auch von Gesteinen gangförmig durchsetzt, die möglicherweise aplitische und lamprophyrische Spaltprodukte des Gabbromagmas sind. Das Nähere muß jedoch erst die mikroskopische Untersuchung ergeben. Leider ist es mir bisher noch nicht gelungen, das Anstehende dieser Gänge aufzufinden, ich konnte sie nur als Gerölle am Südwestabhang des Hutberges sammeln. Diese letzteren Gangbildungen dürften teilweise identisch sein mit denjenigen, die Tietze[2] in der Nähe von Leppelt und bei Schlegel unfern der Einfahrt in die Konkordiagrube anstehend beobachtet hat. Auch ihm war schon die abweichende Ausbildung aufgefallen.

Als letztes und wichtigstes Problem, das immer im Vordergrund aller bisherigen Untersuchungen gestanden hat, ist die Altersbestimmung des Gabbrozuges zu nennen. Leopold von Buch[3] war der erste, der zur Lösung dieser Frage eine Andeutung machte, und er kommt der Wirklichkeit recht nahe, wenn er es für wahrscheinlich hält, daß der Ebersdorfer oberdevonische Kalk von dieser »plutonischen Gebirgsart aus der Tiefe erhoben worden sei«. Er hält ihn also mindestens für jünger als die ältesten Schichten des Ober-

[1] E. Dathe, Bericht über die geologischen Aufnahmen auf den Blättern Rudolfswaldau, Langenbielau und Neurode. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt usw. für 1882, S. XLVI.

[2] E. Tietze, Über die devonischen Schichten von Ebersdorf unweit Neurode in der Grafschaft Glatz. Breslau 1869. S. 19—20.

[3] L. von Buch, Über Goniatiten und Clymenien in Schlesien. Abh. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin für 1838. S. 151.

devons im Gegensatz zu manchen Angaben in der Litteratur, die behaupten, Leopold von Buch habe in dem Gabbro die Unterlage für den oberdevonischen Kalk erblickt, ihn also wohl für älter gehalten.

In der Folgezeit schwanken dann die Altersbestimmungen von einem archäischen bis zu einem postkarbonischen Durchbruch. Alle postkarbonischen Bestimmungen werden aber durch die schon im Jahre 1859 in einem Aufsatz der »Wochenschrift des schlesischen Vereins für Berg- und Hüttenkunde« konstatierte und beweiskräftige Tatsache widerlegt, daß in einem Stollen der Steinkohlengrube »Glückauf Carl« bei Ebersdorf sowohl anstehender Gabbro als auch Gabbrogerölle angefahren wurden.

Das Alter konnte aber durch spätere Funde von Gabbro- und Diabasgeröllen im unteren Kulm noch mehr eingeengt werden, so daß man ohne weiteres ein präkulmisches Alter annehmen könnte, wenn nicht andererseits benachbarte Gabbrovorkommen auch im Kulm für ein eventuell doch jüngeres Alter auch des Neuroder Gabbrozuges zu sprechen schienen.

Aber abgesehen davon, daß erstens nicht der sichere Nachweis der Zugehörigkeit dieser benachbarten Gabbrovorkommen zu unserem Gabbrozuge wegen der fehlenden Verbindung zu erbringen ist, zweitens aber auch keineswegs das wirkliche Anstehen dieser Gabbropartien für mich feststeht, zum Teil sogar ausgeschlossen ist, so sind trotz alledem selbst diese Vorkommen nicht gegen ein präkulmisches Alter, wenn man mit Tietze[1], Schütze[2] und Dathe[3] der Ansicht den Vorzug gibt, daß die Kulmschichten sich um den schon vorhandenen Gabbro ablagerten.

Es ist also die obere Altersgrenze durch die Funde von Gabbro- und Diabasgeröllen im unteren Kulm festgelegt, ohne daß es aber bisher gelungen wäre, die untere Altersgrenze einwandfrei und sicher zu bestimmen. Dathe tritt in seinen letzten »Erläuterungen« vom Jahre 1904, S. 116, nur für ein »womöglich devonisches« Alter ein, während er früher verschiedentlich, so z. B. im Jahre 1892 auf dem V. Allgemeinen Bergmannstage zu Breslau, in bestimmter Weise ein oberdevonisches Alter angenommen hat. Aber auch die untere Grenze ist aller Wahrscheinlichkeit nach sicher bestimmbar, da meine Beobachtungen ergaben, daß oberdevonische Kalkschichten im Ebersdorfer Kalkbruch durch den Gabbro

[1] A. a. O. S. 21.

[2] A. Schütze, Geognostische Darstellung des niederschlesisch-böhmischen Steinkohlenbeckens. Abh. z. geol. Spezialkarte von Preußen. 1882, Bd. III, Heft 4, S. 61.

[3] E. Dathe, Die variolithführenden Kulmkonglomerate bei Hausdorf in Schlesien. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt usw. für 1882. S. 233.

im Kontakt grobkörnig und kristallin geworden, also verändert worden sind. Endgültige Klarheit wird eine nochmalige Begehung im nächsten Jahre darüber bringen, ob nur die unteren oberdevonischen Schichten, der sogenannte Hauptkalk, oder auch die oberen Horizonte, die sogenannten Clymenienkalke, davon betroffen worden sind. Bis dahin behalte ich mir alle detaillierteren Angaben für eine ausführliche Bearbeitung des gesammelten Materials vor.

Die Basalte des westlichen Nordgrönlands und das Eisen von Uifak.

Von Dr. Arthur Schwantke
in Marburg.

(Vorgelegt von Hrn. Klein.)

Eine mineralogische Expedition[1] in den Distrikt von Egedesminde in Grönland durfte nicht versäumen, auch den auf dem Wege über die Kronprinzeninseln und Godhavn leicht erreichbaren Fundort des gediegenen Eisens von Uifak aufzusuchen. Kein anderer mineralogischer Fundpunkt in Grönland ist neben den südgrönländischen Fundorten der seltenen Mineralien und des Kryoliths, die nicht im Bereiche der Reise lagen, so bekannt und berühmt geworden als dieser, und keine mineralogische Frage in Grönland ist lebhafter diskutiert worden als die nach dem Eisen im Basalt.

Uifak war nicht mehr der einzige Fundort. Nachdem K. J. V. Steenstrup, der zuerst und von Anfang an für die Zugehörigkeit des Eisens zum Basalt eingetreten war, das Vorkommen des Eisens in verschiedenen anderen räumlich ganz getrennten Basalten nachgewiesen hatte, war die Hypothese Nordenskiölds von der meteorischen Herkunft des Eisens endgültig gefallen. Es war dann — kurz bevor der Verfasser an die Vorbereitung seiner Reise herantrat — von Th. Nicolau[2] eine Bearbeitung des gesamten vorliegenden Materials unternommen worden, die aber zu einer Entscheidung und Klärung in der Frage der Herkunft des Eisens im Basalt noch nicht geführt hatte.

Nachdem der meteorische Ursprung außer acht gelassen werden konnte, gab es für die Herkunft und Entstehung des Eisens drei Möglichkeiten: entweder 1. das Eisen gehört primär zu dem Bestande des Basaltes und ist von ihm mit aus der Tiefe geführt worden, oder

[1] Ausgeführt mit den Mitteln der Tamnau-Stiftung an der Universität Berlin.

[2] Meddelelser om Grønland, 24. Heft, Kopenhagen 1901. 215. Daselbst auch weitere Literatur. — Siehe auch O. B. Bøggild, Mineralogia Groenlandica, Kopenhagen 1905, Medd. om Grønland XXXII, unter Eisen (»Jern«), besonders Uifak S. 16.

es ist später vor der Erstarrung des Gesteins reduziert worden, indem es 2. in Gestalt irgendwelcher Verbindungen von außen her in den Basalt gelangt war oder 3. in dem Basalt als solchem durch Reduktion seiner Eisenverbindungen entstand. Alle drei Ansichten haben ihre Vertreter gefunden.

Einen auffallenden Hinweis auf den Vorgang der Reduktion schien die stets zu beobachtende Verbindung des Eisens mit Graphit in den Basalten zu bieten, dessen Herkunft zugleich in den von den Basalten dieser Gegenden durchbrochenen kohleführenden Schichten gesucht werden konnte. Auch Nicolau (a. a. O. S. 245) »muß gestehen, daß er solcher Meinung war, als er die Untersuchung der eisenführenden Gesteine begann, und daß er hoffte, sichere Beweise zur Unterstützung dieser Ansicht zu finden«. Das Resultat seiner Untersuchungen war aber (a. a. O. S. 247): »Wie ersichtlich, entbehrt die Hypothese von der Reduktion, die an und für sich sehr willkommen wäre, jeglichen strengen Beweises, und wenn man sie trotzdem annehmen will, so würde sie nur die Anwesenheit des Eisens, nicht auch die übrigen Erscheinungen erklären.« Der genannte Autor war infolgedessen geneigt, »das Eisen als ursprünglich im Magma enthalten und als solches aus der Tiefe emporgestiegen« zu betrachten, »dann ist es ein Gemengteil der Gesteine, und infolge seiner leichten Schmelzbarkeit mußte die Erstarrung desselben zuletzt geschehen«.

Die Hypothese von der Herkunft des Eisens aus der Tiefe war eigentlich weniger eine Erklärung als der Verzicht auf eine solche, denn es hieß nicht das Vorkommen des Eisens erklären, wenn es als primär angenommen wurde. Es hat aber grade diese Annahme wohl auch deshalb gern Anhänger gefunden, weil sie willkommen sein mußte, die Existenz eines Kernes von Eisen im Innern der Erde zu beweisen.[1]

So mußte sich mit dem Besuche von Uifak auch der Wunsch verbinden, mit dem dort Gesammelten weiteres Material zur Klärung dieser nicht nur für die Petrographie Grönlands, sondern auch für die gesamte Geologie wichtigen Frage zu erhalten. Eine weitergehende Erforschung der Basalte selbst lag — abgesehen von der Aufsuchung einiger seltenerer Zeolithe — nicht im Plan der zu mineralogischen Zwecken unternommenen Reise. Durch die Güte der HH. Dr. K. J. V. Steenstrup und Prof. Dr. N. V. Ussing in Kopenhagen, denen auch an dieser Stelle der herzlichste Dank des Verfassers zum Ausdruck gebracht sei, wurde ihm aber das gesamte (hauptsächlich von K. J.

[1] Vgl. M. Neumayr, Erdgeschichte I, 1895, 109. — E. Baur, Chemische Kosmographie 1903, 50.

V. STEENSTRUP gesammelte) Material des mineralogischen Museums in Kopenhagen zur Bearbeitung überlassen. So war der Verfasser in der Lage, neben dem Material von Uifak noch die anderen Eisenvorkommen und zugleich die gesamten anderen grönländischen Basalte wenigstens in mikroskopischen Präparaten zu studieren. Eine wertvolle Vorbereitung und Grundlage gaben die Arbeiten und Studien, die derselbe seit dem Jahre 1897 an dem reichen Material von Basalten und Diabasen in dem mineralogischen Institut zu Marburg machen konnte.

Welcher Entscheidung sich die Untersuchung der eisenführenden Basalte auch zuwenden sollte, so mußte sie doch vor allem darauf gerichtet sein, nicht nur das Eisen selbst zu behandeln, sondern eine Erklärung, die brauchbar sein sollte, mußte sich gleichzeitig auch auf die Bildung der von der gewöhnlichen Zusammensetzung des Basaltes abweichenden, gleichzeitig mit dem Eisen auftretenden Bestandteile, den sogenannten Hisingerit, Magnetkies, Graphit, Spinell[1] und den namentlich die beiden letzteren einschließenden Anorthit erstrecken. Zugleich war zu untersuchen, ob sich aus dem Verbande jener fremd erscheinenden Bestandmassen mit den gewöhnlichen Gesteinskomponenten Schlüsse auf die zeitlichen Momente der Ausscheidung gewinnen ließen. Insbesondere für die Annahme einer primären Existenz des Eisens war diese letzte Frage von wesentlicher Bedeutung. Grade unter den Basalten kennen wir Ausscheidungsprodukte von höherem Alter, die sogenannten protogenen Ausscheidungen, besonders den Olivinfels, aber auch einzelne im Gestein eingesprengte Mineralien, wie die protogenen Augite. Der Verfasser hatte unter den hessischen Basalten reichlich Gelegenheit, ein gutes Beobachtungsmaterial zusammenzubringen und die hier auftretenden Erscheinungen zu studieren.[2]

An der Fundstelle des Eisens bei Uifak wurde darauf besonders geachtet, aber es ergab sich, daß grade solche Einschlüsse wie Olivin-Pyroxenfelse sowohl im Eisenbasalt von Uifak wie in allen anderen Basalten vollkommen fehlten, was auch nach den Beobachtungen am Material des Kopenhagener Museums und nach den von anderen gemachten Erfahrungen ganz allgemeine Regel zu sein scheint, während Olivingesteine an einzelnen Stellen allerdings in Form von Pikriten auftreten.

[1] Selten Korund.

[2] A. SCHWANTKE, Zentralblatt f. Mineralogie usw. 1902, 15. — Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg 1904 (November), 104; 1905 (Juli), 84.

Eine auffallende Tatsache war, daß der Olivin grade in den eisenführenden Basalten fehlt oder zurücktritt, während er unter den anderen Basalten Grönlands sehr verbreitet ist. Von dem Basalt von Uifak war Olivin nur in spärlichen Körnchen angegeben, doch gelang es, an Ort und Stelle größere Einsprenglinge von Olivin zu finden. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß — ganz entsprechend der schon von früheren Forschern beschriebenen wechselnden Beschaffenheit des Gesteins — das Auftreten des Olivins in einzelnen Partien des Gesteins verschieden ist. Es zeigte sich weiter, daß das Verschwinden des Olivins mit dem Auftreten des Eisens Hand in Hand geht und daß die Ausscheidung der das Eisen begleitenden Mineralien unmittelbar vor die Bildung der sonst in der Ausscheidungsreihe auf Olivin und Eisenerz folgenden Gesteinskomponenten fällt; daß andererseits der Olivin, wo er mit dem Eisen und den genetisch zu diesem gehörigen Mineralien auftritt, älter ist, daß also die Bildung jener Mineralien in die sonst durch die Korrosion des Olivins und die Ausscheidung des Eisenerzes bezeichnete Phase fällt. Das jüngste jener Mineralien ist der Anorthit, der die älteren, Spinell und Graphit, die aber auch gesondert im Basalt auftreten, einschließt; daneben ist zuweilen auch Enstatit vorhanden, der in anderen eisenführenden Gesteinen wie von Asuk eine wesentliche Rolle spielt. Schwieriger liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Altersbeziehung des Eisens. Wo wir im Dolerit von Uifak das Eisen in der intersertalen Grundmasse, ja sogar auf Spältchen des Gesteins ausgeschieden sehen, kann es nicht vor den anderen Mineralien erstarrt sein; wir dürfen nicht sagen ausgeschieden, denn es kann als solches gesondert im Schmelzfluß vorhanden gewesen sein. Es führen hier die anderen Eisenvorkommen auf den richtigen Weg. Im Gestein von Asuk ist das Eisen in kleinen Körnchen in der ganzen Masse verteilt, die ganz die Rolle von Einsprenglingen spielen und, wie bei der fluidalen Struktur deutlich zu sehen ist, älter sind als die Mineralien der Grundmasse. Der Vergleich der Analysen von Asuk und Uifak zeigt bei dem ersteren ein reineres Eisen mit geringerem Kohlenstoffgehalt; es kann sich also hier um ein Eisen von höherem Schmelzpunkt handeln, das eher erstarren mußte, oder aber es kann die zu beobachtende Rinde von Magneteisen die noch flüssigen Tröpfchen vor dem Ablaufen geschützt haben. Wie dem auch sei, jedenfalls sehen wir hier, daß die Abscheidung des Eisens vor der Kristallisation der Grundmassengemengteile erfolgt sein muß, und wir dürfen nun, da wir auch hier das gleiche Auftreten von Graphit, Spinell und Anorthit beobachten, die gewonnene Erfahrung

auch auf die Verhältnisse bei Uifak übertragen, da weiterhin die Vorkommen im Mellemfjord direkt zwischen Asuk und Uifak vermitteln.[1] Wir können dann von dem Eisen bei Uifak sagen, daß sich auch hier die Abscheidung des gediegenen Eisens in der Phase der Bildung von Graphit, Spinell und Anorthit vollzogen hat, daß es aber im flüssigen Zustande die Ausscheidung der letzten Gesteinsgemengteile überdauerte, und wir können nun auch das Auftreten in der Mesostasis und auf Spalten sowie das Zusammenfließen der großen dort gefundenen Massen von Eisen, wie durch die Schlacken eines Hochofens, verstehen.

So gewinnen wir über die Entstehung des Eisens zunächst folgendes Resultat: in der Phase, die unter normalen Verhältnissen durch die Korrosion des Olivins und die Abscheidung des Eisenerzes bestimmt wird, vollzog sich die Abscheidung von gediegenem Eisen, die wir bei dem Verschwinden des Olivins und der fehlenden Bildung von oxydischem Eisenerz als eine Reduktion betrachten müssen; gleichzeitig sehen wir stets in den eisenführenden Gesteinen Graphit, Spinell und Anorthit ausgeschieden in der oben angegebenen Altersfolge.

Es sei hervorgehoben, daß dieses Resultat gewonnen wurde ganz ohne irgendwelche Annahme über die Ursachen der Eisenerzeugung im Basalt. Mit der Erkenntnis der Entstehung des Eisens in jener Phase der Effusivperiode ist aber zugleich jeder Hypothese einer Herkunft als gediegen Eisen aus der Tiefe der Boden entzogen, und das grönländische Eisen im Basalt darf als Beweis für irgendeine Beschaffenheit des Erdinnern nicht mehr in Betracht kommen.

Fragen wir aber nach dem Grunde der Reduktion des Eisens, so ist jedenfalls in dem vorhandenen Kohlenstoff, insbesondere in dem noch als Mineral übriggebliebenen Graphit der Hinweis gegeben. Wann die Reduktion stattgefunden hat, wissen wir: unmittelbar bei oder nach dem Erguß des Basaltes an die Oberfläche. Da wir aber bei Asuk direkt sehen, daß der Basalt durch die kohleführenden Schichten hindurchgedrungen ist, die in der ganzen Region der dortigen Basalte eine größere Verbreitung besitzen — am Blaafjed bei Uifak gehen die Basalte bis zur Meeresoberfläche, und wir können über den Untergrund keine Aussagen machen —, so liegt wohl keine Annahme näher als die, daß die vom aufdringenden Basalt eingeschlossene Kohle die Reduktion veranlaßt hat. Absolute Beweise haben wir dafür bisher nicht, wir kennen aber gewisse Eigentümlichkeiten der Struktur, die bei Basalten und Diabasen durch die Aufnahme

[1] Übrigens finden sich auch in Uifak selbst Analogien zu Asuk.

fremder Massen oder den Kontakt hervorgerufen werden, wofür wir in einigen Eigenheiten der Struktur der eisenführenden Basalte Analogien sehen könnten. Auch für die Bildung des Anorthits die Einschmelzung von kalkhaltigen Substanzen anzunehmen, ist vielleicht nicht erforderlich, da von fremden Einschlüssen nur Quarzkörner, niemals Kalkeinschlüsse beobachtet wurden. Es entspricht auch ganz der Ausscheidungsfolge dieser doleritischen Gesteine, daß es nach der Reduktion des Eisens aus dem Olivinsilikat und den oxydischen Erzen zur Bildung eines basischen Plagioklases gekommen ist. Daß es grade Anorthit ist, beobachten wir vorläufig als Tatsache. Es ist noch nicht angebracht, weitere chemische Schlüsse zu versuchen, bevor auch zwei weitere Komponenten in die Reihe eingefügt sind, die wir bisher außer acht gelassen haben, das als Hisingerit bezeichnete Silikat und der Magnetkies.

Es ist notwendig, beide Mineralien gemeinsam zu behandeln, da der sogenannte Hisingerit sich ebenso in Begleitung des Eisens (mit und ohne Magnetkies) wie ohne Eisen mit Magnetkies zusammen, besonders auch in dem wichtigen Vorkommen von Igdlokunguak, findet. Die Untersuchung dieses Magnetkieses war von E. Cohen in Angriff genommen, und keiner war dazu mehr berufen. Sein Tod hat der Hoffnung, von ihm hier die beste Aufklärung zu erhalten, ein Ende gemacht. Dem Verfasser liegt nun die pietätvolle Pflicht ob, auch diese Untersuchungen weiterzuführen, nachdem das in den Händen des Verstorbenen befindliche Material an ihn übergegangen ist. Wenn aber auch die Erörterung über die zuletzt genannten Mineralien noch auszusetzen ist, so läßt sich doch bereits so viel bemerken, daß die Beobachtungen, die sich hier weiterhin machen lassen, die gewonnenen Resultate in keinerlei Weise in Frage stellen.

Nehmen wir zu den beobachteten Ausscheidungsverhältnissen des Eisens die wahrscheinliche Annahme der Reduktion durch Aufnahme der Kohle als Tatsache an, so müssen wir sagen, daß uns hier die Natur freiwillig ein Experiment im großen geboten hat, das an Wert unseren künstlichen Versuchen an Gesteinsschmelzen mindestens gleichkommt. Die Einschaltung einer Versuchsbedingung erfolgte, wie wir nun wissen, in einer Phase, die schon in das Stadium der von uns petrographisch zu erschließenden Verhältnisse hineinfällt. Wir verschieben noch weitergehende Schlüsse und wollen jetzt nur bemerken, daß es hier zunächst der Olivin ist, der eine bemerkenswerte Rolle spielt.

Ganz besonders die Existenz des Olivins in gewissen Partien des Gesteins von Uifak hat den Schlüssel dazu geliefert, die obere Altersgrenze des Eisens zu ermitteln. Im Gestein von Asuk ist er voll-

ständig verschwunden, und wir können dort nur eine untere Altersgrenze feststellen. Wir müssen annehmen, daß die Reduktion des Olivinsilikats hier vollkommen gewesen ist oder daß es unter diesen Verhältnissen gar nicht zur Ausscheidung und Korrosion des Olivins kommen konnte. Charakteristisch ist aber, daß hier dann die Bildung des rhombischen Augits eingetreten ist, der sich der Korrosion unzugänglich zeigt. Auch bei Uifak zeigt sich die analoge Erscheinung; auch hier sehen wir dort, wo der Olivin keine Bestandfähigkeit zeigt, den unangreifbaren rhombischen Augit auftreten.

Die allermeisten Graphitbasalte zeigen große Verwandtschaft mit dem Gestein von Asuk; es ist aber bezeichnend, daß grade ein Basalt von Uperniviks Ö, der den Graphit nur in größeren Fetzen, nicht wie jene in feiner Verteilung, enthält, Olivindolerit ist.

Grade in den ersten Stadien der Mineralbildung im basaltischen Magma, die wir in den protogenen Ausscheidungen und in den ersten Einsprenglingen erkennen, zeigen sich bemerkenswerte Beziehungen zwischen beiden Mineralien. Wir sehen sie in den Olivin-Pyroxenfelsen gemeinsam auftreten und sehen in manchen Fällen den Enstatit den Olivin als ältesten Einsprengling gewissermaßen vertreten. Weniger klar liegen die Existenzbedingungen des älteren monoklinen Augits. Jedenfalls sehen wir aber unter den Feldspatbasalten und Doleriten die allgemeine Regel: vor der Ausscheidung des Erzes erfolgt die Bildung eines dieser Silikate, das in den allermeisten Fällen der Olivin ist. Für die ganze Serie der grönländischen Gesteine gilt dasselbe. Es würde offenbar die chemischen Verhältnisse der Ausscheidung wesentlich verändern, wenn jene Mineralien, also vor allem der Olivin, ganz fehlen und die Ausscheidung sogleich mit dem Erz beginnen würde.

Die grönländischen Basalte entsprechen in ihrem Charakter und ihrer Struktur ganz den Doleriten und Diabasen, indem in der Regel auf Olivin und Erz der Plagioklas folgt und erst als jüngster der basaltische Augit. Es ist schon bemerkt, daß die Olivinfelsausscheidungen den grönländischen Basalten fehlen, daß sie dagegen mit echten Pikriten in Verbindung stehen, mit denen sie auch durch Übergangsglieder verknüpft sind. Der Unterschied, Olivinfels einerseits, Pikrit andrerseits, ist eins der charakteristischen Merkmale, die die Basalte von den Diabasen unterscheiden. Noch auffallender ist der Unterschied zwischen den grönländischen Gesteinen und unseren hessischen Basalten, der in dem absoluten Fehlen von Limburgiten[1]

[1] Die in der Literatur (M. Belowsky, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 58. 1905. 85/86) erwähnten Limburgite sind — nach des Verf. Ansicht — Pikrite.

und natronreichen Gesteinen besteht, die im Gebiete unserer Basalte in so charakteristischer Weise auftreten. H. Rosenbusch hat bemerkt[1], daß es nicht angängig ist, die Limburgite der Basalte den Pikriten der Diabase gegenüberzustellen. Nichtsdestoweniger werden wir immerhin in dem Fehlen dieses Typus unter den grönländischen Gesteinen eine weitere Ähnlichkeit dieser mit den Diabasen zu erblicken haben. Aus der Reihe der Basaltgesteine kommen die grönländischen am nächsten den Doleriten (die an sich unter den Basalten am nächsten den Diabasen verwandt sind). Nehmen wir aber alle Charakteristica zusammen, das Fehlen von Limburgiten und alkalireichen Gesteinen, das Fehlen von Olivinfelseinschlüssen, dagegen die Verbindung mit Pikriten, die vielfach auftretende echte Diabasstruktur und dazu noch die auffallende Übereinstimmung mancher Gesteine mit den schwedischen Diabasen, so würden wir die grönländischen Gesteine vielleicht eigentlich besser Diabase zu nennen haben.[2]

Dies ist wichtig, weil wir in diesen frischen Gesteinen ein sehr gutes Material zum Vergleich mit den älteren Diabasen erhalten. Wir begegnen hier aber einem großen Unterschied, da nach den heute herrschenden Anschauungen die olivinhaltigen Diabase nur eine Untergruppe bilden und die gewöhnlichen Diabase olivinfrei sind, also ganz das Gegenteil von dem, was wir bei den Basalten und Melaphyren sehen.

Gerade unsere deutschen Diabase sind wohl für diese Unterscheidung von Diabasen und Olivindiabasen von besonderer Bedeutung gewesen. In der Tat ist der Olivin in ihnen nur selten zu sehen oder in dem aus ihm hervorgegangenen Serpentin zu erkennen. Es ist aber die Frage, ob nicht auch in die grüne, sogenannte chloritische Substanz, die jetzt meist als ein Umwandlungsprodukt des Augits gedeutet wird, die Bestandteile des Olivins hineingehen. Daß auch in zersetzten Doleriten der Olivin tatsächlich in ähnlichen Verwitterungsprodukten verschwindet, ist beobachtet worden.[3] Auch grade die

---

[1] Elemente der Gesteinslehre, II. Aufl. Stuttgart 1901. 376.

[2] Es sei bemerkt, daß der Verf. damit nicht auf eine Erweiterung des Begriffes Diabas = Trapp hinzielen will, wie er von E. Weinschenk (Grundzüge der Gesteinskunde II. Teil 1905) eingeführt worden ist, der nur noch die Limburgite und alkalireichen Basalte, die als »den Natrongesteinen entsprechende Lamprophyre« (a. a. O. S. 158) unter die »Spaltungsgesteine« gehören, als Basalte bezeichnet. Es würde grade dadurch der wichtige Unterschied der grönländischen Gesteine von unsern olivinfelsführenden echten Basalten (und vielen Melaphyren) verwischt werden. Die Zugehörigkeit aller Diabase, Dolerite, Melaphyre und (nicht limburgitischen oder alkalireichen) Basalte zu einer großen Reihe wird vom Verf. nicht bestritten, wie sich denn auch unter den grönländischen Gesteinen Übergänge zum »Basalt« finden (was übrigens auch bei unseren Diabasen der Fall ist).

[3] R. Brauns, Sitzungsber. 1905, S. 631 und 638.

grönländischen Dolerite liefern hierzu treffliches Material, da bei ihrer Frische die Reste von Olivin in der »grünen Substanz« eben noch zu erkennen sind. Die Umwandlung von Olivin in »Viridit« und nicht Serpentin wird auch von Törnebohm (vgl. unten) an schwedischen Diabasen (Hellefors-Diabas) angegeben. Vom chemischen Gesichtspunkte aus ist die Erscheinung verständlich, wenn wir die Tonerde aus der Zersetzung des Feldspats (die in Diabasen reichlich zu sehen ist) oder der Grundmasse hinzutreten lassen. Für die Diabase verdient jedenfalls Beachtung, daß der Augit oft bei reichlich vorhandener chloritischer Substanz noch vollkommen frisch ist, und daß wir in den allermeisten Fällen, wo die glasige Rinde der Diabase noch erhalten ist, in ihr den Olivin finden, nicht als solchen, sondern durch seine Form erkenntlich; und das ist eben ein Charakteristikum der Dolerite wie der Diabase, daß wir in dem kristallinen Gestein nur noch die korrodierten Körner finden, die nach der Zersetzung mit Sicherheit nur in der Form von Serpentin erkannt werden können.

Der Verfasser hat die hessen-nassauischen Diabase eingehend studiert. Die Übereinstimmung geht so weit, daß sich selbst bei den Pikriten für gewisse mit diesen auftretende feldspathaltige Ganggesteine in Grönland eine Analogie in den dort gleichfalls den Pikrit begleitenden, den Kaersutit führenden Gängen findet. Man könnte glauben, daß grade in den mit Pikrit verbundenen Diabasen der Olivin durch Differentiation fehlen könnte, aber in Nassau sind es grade solche Diabase, die Olivin führen.[1]

In den Doleriten ist eine sehr charakteristische Verwachsung des Ilmenits mit Olivin bekannt geworden, bei der ein längliches Individuum von Olivin die Achse bildet, zu welcher senkrecht zahlreiche Ilmenittafeln unter sich parallel anwachsen. Die mikroskopischen Schnitte lassen viel häufiger das System der parallelen Leisten als den Olivinkern erkennen, und es ist auch bei den Doleriten zu sehen, daß grade diese langsäuligen Olivine besonders leicht der Zersetzung und Umwandlung anheimfallen. Auch in den grönländischen Gesteinen ist diese abweichende Form des Olivins zu beobachten. So verdient es Beachtung, daß auch an nassauischen Diabasen, die keine Spur von Olivin mehr erkennen lassen, eine solche parallele Anordnung der Ilmenittafeln sich findet.

Für die schwedischen Diabase, die zum Vergleich mit den grönländischen Gesteinen ganz besonders in Betracht kommen, ist zu bemerken, daß schon Törnebohm mehr olivinführende als olivinfreie

[1] R. Brauns, Sitzungsber. 1905, S. 631 und 638.

Typen unterscheidet[1], und daß in einzelnen Gesteinen dieser letzten Gruppe der Olivin durch einen Augit ersetzt ist. Dem Verfasser ist es auch gelungen, an Präparaten des Materials, das das mineralogische Institut zu Marburg der Güte des Hrn. Prof. Dr. Törnebohm verdankt, zu konstatieren, daß auch in einem scheinbar von Olivin und älterem Augit freien Typus (Öjediabas) die »grüne Substanz« sich mit dem jüngeren Augit in orientierter Verwachsung befindet. Wir werden hier in erster Linie an einen rhombischen Augit denken können (orientierte Verwachsungen von monoklinem Augit mit Olivin sind nicht ganz unmöglich)[2], der also ein Stellvertreter des Olivins — aber auch ein tonerdefreies Silikat — sein würde.

Wir resümieren: Für die chemischen Verhältnisse der Mineralbildung in den Gesteinen der Gabbrogruppe ist es von wesentlicher Bedeutung, ob sich am Beginn der Ausscheidung der Olivin oder ein ihm entsprechendes Silikat gebildet hat oder nicht. Es besteht hier nach der heute herrschenden Anschauung ein auffallender Unterschied zwischen den Basalten und Melaphyren einerseits und den Diabasen andrerseits. Die grönländischen Basalte, die wir vielleicht besser Diabase nennen können, stellen uns nun die, auch durch andere bei Diabasen gemachten Beobachtungen wohl begründete Frage, ob wir nicht diese Ansicht dahin modifizieren müssen, daß auch die älteren Diabase im frischen Zustand Olivin oder — in selteneren Fällen — einen diesen vertretenden Augit führen, so daß auch hier die Olivindiabase die Hauptreihe, die olivinfreien Diabase die Nebenreihe bilden.

---

[1] A. E. Törnebohm, Kgl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar 1877. Bd. 14, Nr. 13 —; Neues Jahrbuch für Min. usw. 1877. 258.

[2] A. Schwantke, Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg 1905 (Febr.), 14.

Ausgegeben am 13. December.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

... Reg. No. 27 of '08. ... ARCHÆOLOGY ... INDIA

1906.

LI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

13. December. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

*1. Hr. Waldeyer las über die *Arteria vertebralis*.

Es werden eine Reihe von Varietäten der *A. vertebralis* besprochen, insbesondere der Fall des Eintrittes der Arterie in den V. Halswirbelquerfortsatz, anstatt, wie gewöhnlich, in den VI. Es fand sich, dass diese Varietät häufiger links als rechts vorkommt, und zwar in allen beobachteten Fällen dann, wenn die *A. vertebralis* aus dem Aortenbogen entspringt. Die Arterie muss dann näher der Mittellinie und mehr oberflächlich verlaufen, welcher Weg sie am VI. Halswirbelloch vorbei direct zum V. führt.

2. Hr. Diels überreichte eine neue Lieferung von Hirschberg, Geschichte der Augenheilkunde (II. 2 und III. 1: Geschichte der Augenheilkunde im europäischen Mittelalter und im Beginn der Neuzeit. Leipzig 1906).

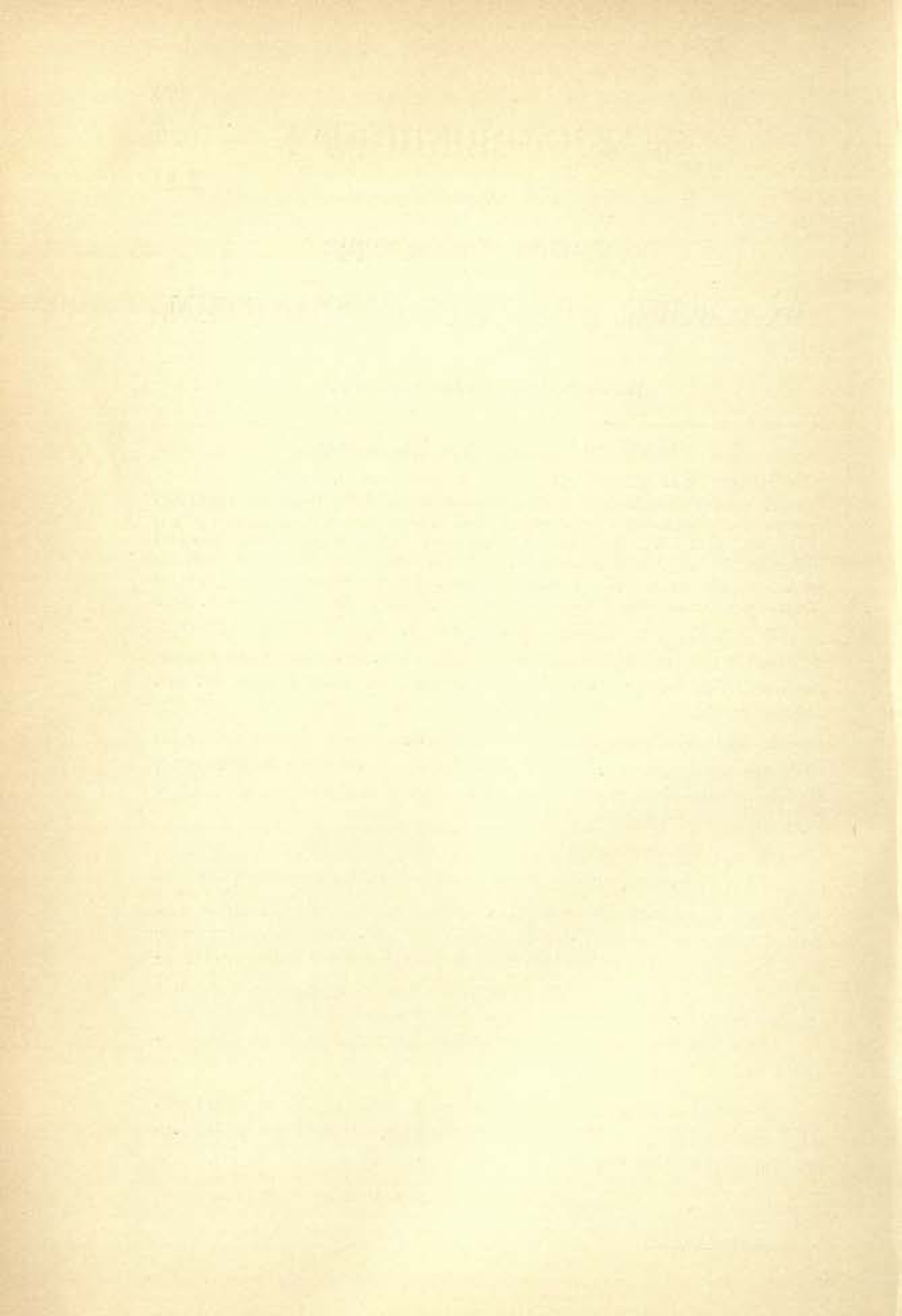
3. Die Akademie hat ihrem Mitgliede Hrn. Stumpf 2000 M. bewilligt zur Fortsetzung seiner in Verbindung mit dem Kgl. Museum für Völkerkunde begonnenen Sammlung von Phonogrammen und seiner Studien über exotische Musik.

Zu ordentlichen Mitgliedern in der physikalisch-mathematischen Classe der Akademie sind gewählt worden: der ordentliche Professor der Hygiene an der hiesigen Universität Geheime Medicinalrath Dr. Max Rubner; der ordentliche Professor der pathologischen Anatomie an der hiesigen Universität Geheime Medicinalrath Dr. Johannes Orth; der ordentliche Professor der Geographie an der hiesigen Universität Dr. Albrecht Penck.

Diese Wahlen haben die Allerhöchste Bestätigung durch Cabinetsordre vom 2. December erhalten.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Ernst Pfitzer in Heidelberg am 3. December durch den Tod verloren.

Ausgegeben am 10. Januar 1907.



SITZUNGSBERICHTE 1906.

DER LII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

20. December. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Engler las: Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenformationen von Transvaal und Rhodesia.

Obwohl Rhodesia reichlich von Eisenbahnen durchzogen ist, war die Flora desselben bisher noch wenig erforscht. Die Theilnahme an der Reise der British Association for the advancement of science im August und September 1905 gab dem Vortragenden Gelegenheit zu eigenem Studium der dortigen Pflanzenformationen. Er bespricht zunächst die Formationen Transvaals am Fuss der Magalisberge, insbesondere die parkartige Baum- und Buschsteppe, sowie die Trockenwälder auf der Nordseite derselben. Er schildert dann dieselben Formationen aus dem Gebiet von Bulawayo, insbesondere im Matoppo-Gebirge. Hieran schliesst sich eine Besprechung der hohen Trockenwälder an den südlichen Zuflüssen des Sambesi, der eigenartigen Formationen um die Victoria-Fälle, der Trockenwälder, Baumsteppen und sehr interessanten Halbstrauchsteppen des Maschonalandes.

2. Hr. Waldeyer legte eine Abhandlung des Hrn. Prof. H. Braus in Heidelberg vor, als Bericht über eine in den Jahren 1902 und 1904/5 mit akademischen Mitteln ausgeführte Untersuchung: Zur Entwickelungsgeschichte niederer Haie.

Nach Hinweis auf den Umfang der von Joh. Müller zusammengebrachten Collection von Haiembryonen und auf die Erfolge späterer Sammlungen werden die günstigen hydrographischen Verhältnisse bestimmter Stellen des Tyrrhenischen Meeres und speciell des Aeolischen Archipels geschildert. Verf. sammelte dort Embryonen von Notidaniden (*Heptanchus*, Ei von *Hexanchus*) und Spinaciden (*Centrophorus*, *Spinax*, *Acanthias*, *Scymnus*) u. s. w., deren systematische Stellung zu anderen Haiembryonen besprochen wird, ebenso die Eier und Eihüllen mit Rücksicht auf die Art ihrer historischen Differenzirung und auf die jetzt in der Entwickelung wirksamen Factoren.

Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenformationen von Transvaal und Rhodesia.

(Ergebnisse einer Reise mit der British Association for the advancement of science im August und September 1905.)

Von A. Engler.

Während in dem vergangenen Jahrhundert Botaniker und andere naturwissenschaftliche Reisende oft genug in Gebiete vordrangen, welche der Cultur noch nicht erschlossen waren und zum Theil auch jetzt noch von derselben nur wenig berührt sind, sehen wir heute, namentlich in aussereuropäischen Ländern, Eisenbahnen nicht selten grosse Gebiete durchschneiden, welche noch sehr oder gänzlich der wissenschaftlichen Durchforschung harren. Eines dieser Gebiete ist Rhodesia, jener grosse Theil Afrikas, für dessen Erschliessung die Energie von Cecil Rhodes so Hervorragendes geleistet hat; die botanische und pflanzengeographische Erforschung des Landes aber war bis jetzt fast ganz unterblieben. Nur in dem südlich vom Nyassa-See gelegenen Shire-Hochland haben J. Buchanan, J. T. Last und Alexander Whyte sich um die Erforschung der Flora mit Erfolg bemüht. Auch die nicht unbedeutende Sammlung, welche Sir John Kirk als Begleiter Livingstone's zusammenbrachte, stammt grösstentheils aus dem Gebiet nördlich vom Sambesi.

Über die Flora des südlicheren Rhodesia gab, abgesehen von einzelnen Diagnosen verschiedener Autoren, nur ein (später eingehender zu besprechendes) Verzeichniss eines Theils der von Dr. Rand um Bulawayo und Salisbury gesammelten Pflanzen ohne specielle Standortsangaben einigen Aufschluss.

Unter diesen Umständen war es für mich eine grosse Freude, der Einladung der British Association for the advancement of science zu einer Reise durch Südafrika nach den Victoria-Fällen des Sambesi folgen zu dürfen und so Gelegenheit zu finden, den Vegetationscharakter eines grossen Theils von Rhodesia aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Da ich durch meine frühere Reise in Deutsch-Ostafrika sowie durch einen Theil von Südafrika schon einigermaassen mit den mir entgegentretenden Vegetationsformationen vertraut war,

so durfte ich hoffen, auch auf der Excursion der British Association, trotz ihrer schnellen Bewegung, unter Ausnutzung aller sich darbietenden Gelegenheiten zum Beobachten und Sammeln, namentlich aber durch einen etwas längeren, sich an die Excursion anschliessenden Aufenthalt in Rhodesia, etwas zur pflanzengeographischen Kenntniss dieses vielversprechenden Landes beitragen zu können.

Die Vegetationsformationen Transvaals am Fuss der Magalisberge.

Wenn man von den strauch- und blumenreichen Landschaften des südwestlichen Kaplands ausgehend über acht Breitengrade hinweg die dürftige xerophytische Vegetation der Karroo und die Grassteppen von Oranje und Süd-Transvaal, welche nur an grösseren Flüssen durch einige Meter hohes Ufergehölz unterbrochen werden, gesehen hat, wenn man auf demselben langen Wege nur hier und da am Fusse oder Abhang der Kopjes einige krüppelige Bäume oder Sträucher erblicken konnte, wird man etwas südlich von Pretoria angenehm berührt durch das Auftreten einer etwas reichlicheren Baumvegetation in den Thälern und Senkungen des Hochlandes. Vorherrschend sind *Acacia*, zwischen ihnen baum- und strauchförmige *Combretum* und *Terminalia*. Auch an den Abhängen der Hügel bemerken wir mehr Holzgewächse als weiter südlich, namentlich Sträucher von *Protea mellifera* THUNB. und der Celastracee *Gymnosporia*. Es sind dies die ersten Vorläufer der etwas nördlich von Pretoria reichlicher auftretenden Gehölzformationen, welche bis jetzt noch wenig erforscht sind, welche aber, wie ich nach Bestimmung der von mir auf der Expedition der British Association gesammelten Arten ganz sicher behaupten kann, sich floristisch ebenso wie die Gehölzformationen Benguellas und des nördlichen Damaralandes an diejenigen des ostafrikanischen Wald- und Steppengebietes anschliessen. Zwar ist nur ein Theil der Gehölzarten mit solchen Ostafrikas identisch, aber die Mehrzahl ist mit ostafrikanischen Arten mehr oder weniger nahe verwandt.

Die der Landwirthschaft und Botanik nahestehenden Kreise Pretorias hatten für die an der Pflanzenwelt Transvaals interessirten Theilnehmer der British Association eine Excursion nach den Magalisbergen und eine mehrtägige Fahrt von Pretoria über Buffelsport, Rustenburg, Zeerust, Ottoshoop nach Mafeking veranstaltet, welche mir ziemlich viel Gelegenheit zum Sammeln und Beobachten darbot. Als Führer auf der eintägigen Excursion nach Wonderboomport in den Magalisbergen fungirte Hr. BURTT DAVY, Government Botanist in Victoria, als Führer auf der mehrtägigen Fahrt Hr. NICHOLSON.

Das Ufergehölz des Aapies-River und die Abhänge der Magalisberge am Wonderboomport mit ihrem Buschgehölz und ihrer xerophytischen Felsenflora.

Die Magalisberge, welche sich westlich von Pretoria in der Richtung von Südwest nach Nordost hinziehen, erreicht man zu Wagen von Pretoria aus in einer Stunde bei Wonderboomport, wo der Aapies-River durch die Magalisberge hindurchbricht. Man befindet sich hier auf klassischem Boden, wo vor etwa 70 Jahren schon Burke und Zeyher gesammelt hatten. Wir finden hier zunächst spärliches Ufergehölz, in welchem namentlich *Rhus lancea* L. fil. als 5^m hoher Baum auffällt, während *Celtis Kraussiana* Bernh., die eben (am 1. Sept. 1905) ihre Blätter entfaltet und *Combretum Gueinzii* Sond. weniger häufig auftreten. Zu nur $2-3^m$ hohen Sträuchern ist *Rhus flexuosa* Diels entwickelt. Nahe am Wasser wachsen *Salix capensis* Thunb. und die durch hellblaue Blüthen ausgezeichnete, bis zu 3^m hohe *Buddleia salviifolia* Lam. Zwischen *Phragmites communis* L., welches im Bach kleine Bestände bildet, ist ziemlich häufig die hellblau blühende Composite *Denekia capensis* Thunb., vereinzelt auch *Cyperus longus* L. An trockeneren Stellen des Ufers findet sich *Helichrysum argyrosphaerum* DC. Nach dem Überschreiten des Aapies-River stösst man an Felsen, welche eine interessante Xerophytenflora tragen, in der namentlich einige Succulenten auffallen, die in Felsritzen wachsen. Es sind dies die an ihren Blättern mit zahlreichen Zähnen versehene *Aloe Peglerae* Schoenland, die mit röthlich orangefarbenen Blüthen prangende *Cotyledon paniculata* L., *Crassula argyrophylla* Diels und die bis 6^{dm} hohe, auch häufig zwischen Geröll im Gebüsch wachsende *Kalanchoë thyrsiflora* Haw. Ferner finden sich hier *Helichrysum cerastioides* DC. und die succulente 3–4kantige *Euphorbia Schinzii* Pax, welche nur $2-3^{dm}$ hoch wird. Ziemlich häufig ist die durch graue Blätter ausgezeichnete *Selaginella Dregei* Hieron. var. *pretoriensis* Hieron., der sich die weit verbreiteten xerophytischen Farne *Nothochlaena lanuginosa* (Desf.) Desv. und *Pellaea calomelanos* Link zugesellen. Hier findet sich auch in Felsritzen der systematisch so isolirt stehende niedrige und kriechende Strauch *Myrothamnus flabellifolius* Welw., der in ausgezeichneter Weise befähigt ist, lange Trockenzeit an den sonnigsten und heissesten Standorten zu überdauern, einmal durch die starke fächerförmige Faltung der kahlen Blätter, sodann durch die Verdunstung des in grossen Oberhautzellen reichlich vorhandenen Balsamharzes (vergl. Niedenzu in Nat. Pflanzenfam. III, 2, S. 104, Fig. 59 H.). Dieser interessante Strauch war hier zuerst von Zeyher aufgefunden worden, später von Speke und Grant in Centralafrika unter 6° s. Br. in einer Höhe von 1350^m ü. M., so-

dann von Welwitsch in Angola bei Pungo Andongo zwischen 1000^{m} und 1800^{m}, von Buchanan im Shire-Hochland. Wir hatten später noch Gelegenheit, den Strauch ziemlich häufig auf den Granitkuppen bei Buffelsport auf der Nordseite der Magalisberge und in den Matoppos bei Bulawayo, unweit des Grabes von Cecil Rhodes, anzutreffen.

Am Fuss der Abhänge sehen wir auch zwei andere interessante Pflanzen, die wir entlang der Magalisberge auf trockenen Triften nicht selten formationsbildend angetroffen haben: es sind dies die beiden nur wenig über 1^{dm} über den Boden sich erhebenden Halbsträucher *Parinarium capense* Harv. und *Dichapetalum cymosum* (Hook.) Engl. Wie so viele Gattungen von Holzgewächsen in Afrika je nach den klimatischen Verhältnissen die mannigfachste Stammentwicklung erreicht haben, so auch *Parinarium* und *Dichapetalum*; zu der ersten Gattung gehören Riesenbäume, darunter auch das der halbstrauchigen Art sehr nahestehende *P. Holstii* Engl., und zu letzterer gehören Bäume, Sträucher und Lianen. Ferner sind als bemerkenswerthe Gräser zu erwähnen: ein *Andropogon*, eine *Eragrostis* und *Aristida aequiglumis* Hackel.

An den steinigen, hier und da auch von grossen Felsen durchsetzten Abhängen finden sich mehrere Gehölze, von denen einige sich bis zu 8^{m} hohen Bäumen entwickeln; es sind dies *Croton gratissimus* Burch. und *Rhus Gueinzii* Sond.; nach diesen wird am höchsten (etwa 6^{m}) die von Natal bis Rhodesia verbreitete *Dombeya rotundifolia* Harv., deren zahlreiche, fast kugelige weissliche Blüthenstände den Baum weithin kenntlich machen. Gegen diesen Baum und den silbergrauen *Croton* hebt sich ab die sehr häufig auftretende, 2–5^{m} hohe Sapotacee *Mimusops Zeyheri* Sond. Neben *Mimusops* ist noch eine andere Sapotacee an dieser Stelle ziemlich häufig, das schöne *Chrysophyllum magalismontanum* Sond., bald als 3–4^{m} hoher Baum, bald nur als 2^{m} hoher Strauch, jetzt blühend und auch reichlich Früchte tragend. Ferner ist auffallend der 2–4^{m} hohe Loganiaceen-Baum *Nuxia tomentosa* Sond. und die dickblättrige Rubiacee *Randia bellatula* K. Schum. Endlich ist noch als 2–3^{m} hoher Baum dieses Abhanges *Celtis Kraussiana* Bernh. zu nennen. Zwischen den Bäumen finden sich aber auch noch eine Anzahl Sträucher, *Ximenia caffra* Sond., die man auch nur als behaarte kleinblättrige Varietät oder Subspecies der im tropischen Afrika verbreiteten *X. americana* L. auffassen kann, *Ochna pulchra* Hook. f. mit grossen goldgelben Blüthen und rothen Früchten, die mit kleinen Blättern und röthlichen Blüthen versehene *Ochna atropurpurea* DC., die Ebenaceen *Royena hirsuta* L. und *Euclea undulata* Thunb., die bis Abyssinien, Afghanistan und sogar bis nach den Azoren verbreitete *Myrsine africana* L., endlich auch der Celastraceenstrauch *Gymnosporia*

buxifolia (Sond.) Szysz., welcher vom Capland bis Usambara und bis zum Kongo verbreitet ist. Zwischen den Steinen wächst auch die bis zum Kilimandscharo, den Mascarenen und Madagaskar vorkommende Schizaeacee *Mohria caffrorum* (L.) Desv., ebenso häufig auch *Pellaea calomelanos* Link. Sodann finden sich an den oberen Felsen *Cyperus pulcher* Thunb., *Scleria hirtella* Sw. und *Streptocarpus polyanthus* Hook. (?). In der steinigen Buschsteppe auf der Höhe des Bergrückens treten ausser einzelnen der vorher genannten Sträucher noch *Rhus coriacea* Engl. und *Ficus soldanella* Warb, eine durch rundliche Blätter ausgezeichnete neue Art auf. Während ich von dieser nur 2^m hohe Exemplare sah, fand ich bis 3^m hohe Bäumchen des weitverbreiteten *Combretum Zeyheri* Sond. vor, und in der Grösse variirend, von 1–3^m Höhe ist der silbergraue Compositenstrauch *Brachylaena rotundata* Moore. Seltener und bald nur 0^m5, bald 1^m5 hoch ist die interessante durch einen langen und dicken unterirdischen Stamm ausgezeichnete Leguminose *Elephantorrhiza Burkii* Benth., welche jetzt ihre hellgelben Blüthentrauben treibt. Als Schlingpflanze tritt *Landolphia capensis* Oliv. auf. Häufige Stauden sind hier *Kalanchoë thyrsiflora* Haw., oft über 1^m hoch und mit reichblühender gelber Rispe, *Helichrysum setosum* Harv., *Athrixia elata* Sond. und die schöne *Gnidia Kraussiana* Meisn. Auch eine bis 1^m hohe *Albuca* mit vielblüthiger Traube, die ich nicht bestimmen konnte, wird hier bemerkt. Sehr eigenartig sind die auf dem Rücken der Berge zwischen Steinen wachsenden, dem Boden angedrückten Polster eines *Anacampseros*, welcher jetzt nicht in Blüthe war.

Parkartige Baum- und Buschsteppe am Nordabhang der Magalisberge bei Pretoria und der »Wonderboom«.

Steigt man nun an der Nordwestseite herunter, so bemerkt man kleine Bäumchen von *Strychnos pungens* Solereder, am Fuss der Hügel aber mehrere grosse Bäume von 5–7^m Höhe mit mehr oder weniger breiter Krone; und so weit man sieht, zieht sich an der Nordwestseite der Magalisberge parkartige Baum- und Buschsteppe hin, die auch hier und da in lichten Trockenwald übergeht. Es ist dies das Boshveld der Buren. Vor allen anderen Bäumen fällt hier auf der berühmte Wonderboom, ein riesiges, über 10^m hohes Exemplar der *Ficus cordata* Thunb., ein kleiner Wald von Bäumen, welche aus einem in der Mitte stehenden Stamm hervorgegangen sind, dessen Äste zum Boden gebogen, in demselben gewurzelt und neue Stämme erzeugt haben, deren Kronen sich mit denen des Hauptstammes vereinigen. Ferner fallen auf schöne, 5–6^m hohe Exemplare der Sapindacee *Pappea capensis* Eckl. et Zeyh.; diese Bäume sind etwas grossblättriger, als

die kapländischen und stimmen in der Grösse der Blätter mehr mit denen des Nyassalandes und der von mir in Ost-Usambara beobachteten Exemplare überein; aber es ist kein Zweifel, dass alle diese Formen einer Art zugehören, wie auch Prof. Radlkofer annimmt. *Zizyphus mucronatus* Willd. ist ebenfalls als schöner, 5–6^{m} hoher Baum entwickelt und dieselbe Grösse erreicht auch die hier ziemlich häufige *Burkea africana* Hook. Andere hier vorkommende Bäume sind noch: *Sclerocarya caffra* Sond., welche von Natal bis zum Nyassa-See verbreitet ist, *Acacia hebeclada* DC., die theils strauchartig, theils als hoher Baum auftretende *Terminalia sericea* Burch., welche von hier an durch alle Steppengebiete bis Kilossa in Usagara angetroffen wird. Hierzu kommen noch die strauchigen Arten: *Mundulea suberosa* (DC.) Benth., von hier bis zum Nigergebiet verbreitet, *Euclea undulata* Thunb., *Gymnosporia buxifolia* (Sond.) Szysz. Die Staudenflora war jetzt noch sehr dürftig, nur einige *Helichrysum* und die prachtvolle Borraginacee *Trichodesma physaloides* (Fenzl) A. DC., deren blass rosafarbene glockige Blüthen in grosser Zahl an den Stengeln der einzelnen Stöcke entwickelt sind, schmücken den sonst ziemlich pflanzenarmen Boden der Baumsteppe.

Die Ebene Moot zwischen Davensport Range und den Magalisbergen.

Dem Höhenzuge der Magalisberge parallel läuft der Davensport Range, den wir auf der Wagenfahrt nach Rustenburg durchquerten und der ebenso wie die Magalisberge auf der Südseite nur wenig Baumwuchs zeigt. Zwischen beiden Höhenzügen liegt die Ebene Moot, eine weite Steppe, in welcher hier und da einzelne 1^{m}5–2^{m} hohe Exemplare der *Acacia horrida* Willd. auftreten; der grösste Theil der Steppe ist jetzt steril und wird nur von wenigen zerstreuten Stauden belebt, namentlich von *Trichodesma physaloides* und *Gnidia macropetala* Meisn. Häufig sind auch *Vernonia Kraussii* Sch. Bip., eine niedrige, dicht grau behaarte Staude und die nur 1–1.5 dm hohe *Acalypha peduncularis* Meisn. Recht auffallend sind die niedrigen weissen Polster des *Helichrysum caespititium* (DC.) Sond., welches auch in die hochgelegenen Grassteppen bei Johannesburg häufig ist. Zwischen Steinen werden *Cliffortia linearifolia* Eckl. et Zeyh., ein kleiner *Asparagus*, *Dolichos linearis* E. Mey. und *Cephalaria ustulata* (Thunb.) Roem. et Schult. angetroffen. So steril diese Ebene jetzt auch aussieht, so ist sie doch da, wo Bewässerung möglich ist, recht fruchtbar, und ausgedehnte Hecken von *Agave americana* dienen zum Schutz der Felder. Auf kleinen Steinhügeln beobachtet man häufig einzelne Bäume von *Rhus lancea* L. fil., welche durch ihren kräftigen Wuchs (6–8^{m} Höhe) auffallen. Am Ober-

lauf des Crocodile River, dessen schmales Bett mit zahlreichen Rissen im Ufergelände in Verbindung steht, tritt *Rhus lancea* L. fil. häufig auf, neben ihr *Gymnosporia buxifolia* in verschiedenen dornenreichen Formen und bis 3^m hohe *Buddleia salviifolia* Lam.; auf sandigen Flächen des Ufers und auf Sandbänken zeigt sich das bis 2^m hohe Gras *Erianthus junceus* Stapf massenhaft, auffallend durch stielrunde, stachelspitzige Blätter. Näher am Wasser und in demselben gedeihen wieder Bestände von *Phragmites*, zwischen welchen *Denekia capensis* Thunb. mit hellblauen Blüthenköpfen hervorleuchtet. In grösserem Abstand vom Ufer tritt *Artemisia afra* Jacq. gesellig auf, hier und da auch das eingeschleppte *Xanthium spinosum* L. Während auf der Südseite der Magalisberge nur in einzelnen Schluchten etwas Gehölz zu beobachten ist, tritt es reichlich auf der Nordseite auf, nachdem bei Commando Neck der Höhenzug überschritten. Wir befinden uns wieder im Buschwald, in welchem stellenweise der Baumwuchs so dicht ist, dass man nicht mehr von Baumsteppe, sondern von Trockenwald sprechen muss.

Trockenwald, Baumsteppe und Grassteppe auf der Nordseite der Magalisberge zwischen Pretoria und Zeerust.

Die Bäume sind meist nur $5-10^m$ hoch und haben in der Regel nur $1-2^{dm}$, seltener bis 5^{dm} Stammdicke, sind auch vielfach krüppelig und jetzt grossentheils nur mit vertrocknetem Laub oder jungen Laubblättern versehen, zum Theil auch ganz von Laub entblösst. Es sind dieselben Arten, welche wir an den Magalisbergen beim Wonderboom angetroffen haben. Auffallend sind vor allem die zahlreichen *Combretum* mit ihren Flügelfrüchten, *C. Zeyheri* Sond. und *C. Gueinzii* Sond., sodann einzelne grosse Exemplare von *Ficus cordata* Thunb. Diese breitkronigen immergrünen Bäume sowie einige von den Wurzeln einer Würgerfeige umschlossene Baumstämme lassen uns inmitten der zahlreichen entlaubten und an einen mitteleuropäischen Buschwald im Spätherbst oder Frühjahr erinnernden Gehölze erkennen, dass wir uns dem Wendekreise nähern; freilich steht auch dieser im Innern Südafrikas entwickelte Trockenwald trotz einiger eingesprengter immergrüner Bäume noch im grossen Gegensatz zu den 4–5 Breitengrade südlicher gelegenen dichten Küstenwäldern Natals. Recht häufig tritt in diesen Wäldern auch die in Südafrika weit verbreitete *Dombeya rotundifolia* Harv. auf. Hier und da ist auch eine grosse Kandelabereuphorbie, welche der *Euphorbia Reinhardtii* Volkens ähnlich ist, zu bemerken. Bei Buffelsport war Gelegenheit gegeben, die Gehölze noch näher zu besehen. Hier lernten wir namentlich die nicht selten $10-12^m$ hohe Proteacee *Faurea saligna* Harv. kennen, einen Baum,

welcher in der That, wie der Name andeutet, einer schlanken hohen Baumweide etwas ähnlich sieht und uns noch bis Wonderfontein immer wieder begegnete. Dann fanden sich auch hier die schon oben erwähnte Sapindacee *Pappea capensis* und die Leguminose *Burkea africana*, sowie eine nicht bestimmbare *Acacia*, *Zizyphus mucronatus* und *Mimusops Zeyheri* Sond. Ferner konnte ich hier auch *Ficus Schinziana* Warb. als 5–6^{m} hohen Baum constatiren. Sehr vereinzelt, aber immer sehr auffallend sind die wenig verzweigten Bäumchen der Araliacee *Cussonia spicata* Thunb. (?), welche am Ende ihrer Zweige einen Schopf von grossen graugrünen, gefingerten Blättern mit fiederig getheilten Blättern tragen. Kleinere, aber ziemlich häufig auftretende Bäumchen sind *Ochna pulchra* Hook. und *Mundulea suberosa* Benth. Um die grossen Bäume herum entwickeln sich häufig ziemlich dichte Gebüsche der Anacardiacee *Heeria mucronata* Bernh., der Sapotacee *Chrysophyllum magalismontanum*, der Mimosee *Dichrostachys nutans* Benth., der Ebenacee *Euclea racemosa* L., insbesondere aber der dauerblättrigen dornigen, jetzt mit weissen Blüthen geschmückten Apocynacee *Carissa edulis* Vahl. Nur vereinzelt findet sich hier auch die *Protea mellifera* Thunb. als 1–3^{m} hoher Baum mit grossen weissen Blüthenköpfen; dagegen ist dieselbe weiter westlich auf weiten Grassteppen oft halbestundenweit der einzige zerstreut vorkommende Baum, so dass man von einer *Protea*-Grassteppe sprechen kann, für welche auch *Aloë transvalensis* O. Ktze. (*A. Davyana* A. Schoenland) eine im blühenden Zustande etwa 1^{m} hohe Art, charakteristisch ist. Auf der *Protea* sehen wir ebenso wie auf *Faurea* und den *Combretum Loranthus rubromarginatus* Engl., eine neue Art, welche mit dem in Natal vorkommenden *L. prunifolius* etwas verwandt ist. An einem kleinen Bach fand ich *Utricularia livida* E. Mey. mit rosafarbenen Blüthen.

Für die trockenen Abhänge der Granithügel sind charakteristisch zahlreiche *Cussonia*, eine 1^{m}–1^{m}5 hohe reichverzweigte succulente *Euphorbia* und eine andere mit dreikantigen Zweigen, ferner *Myrothamnus flabellifolius* Welw. und eine 3–6^{dm} hohe *Barbacenia* mit schmalen Blättern.

Auf dem Wege nach Rustenburg zeigt sich immer deutlich, dass dichteres Buschgehölz in der Nähe des Gebirgszuges auftritt, dagegen in grösserer Entfernung von demselben das Buschgehölz in Baumsteppe und Grassteppe übergeht.

Um Buffelsport finden wir an den Bachläufen und auf den bewässerten Abhängen ausgedehnte Felder, deren werthvollstes Culturgewächs Tabak ist. Ziemlich stark wird auch die Cultur von Orangen und Citronen betrieben, die hier vortrefflich gedeihen; Feigen und Pfirsich fehlen auch nicht, und selbst Kaffee gedeiht.

Die Ufer der Bäche sieht man häufig mit grossen *Eucalypten* bestanden, hin und wieder auch, wie schon bei Pretoria, neben ihnen stattliche Trauerweiden. Auch da, wo ursprünglich nur Grassteppe vorhanden war, sehen wir entlang der Wasserläufe Ansiedlungen mit grossen Feldern, so bei Kronendaal.

Gegen Rustenburg werden die Grassteppen immer ausgedehnter, und oft ist der Boden weithin bedeckt mit den schon oben erwähnten kleinen Halbsträuchern *Parinarium capense* und *Dichapetalum cymosum*. Um Rustenburg sehen wir auch wieder die schon erwähnten Culturpflanzen.

In einer kleinen Stunde erreicht man zu Wagen nach Passiren der Steppe die Magalisberge, welche hier einige tiefe Schluchten (Kloofs) mit steilen Felswänden aufweisen. In diesen Kloofs herrscht besonders dichte Baum- und Strauchvegetation, die unsere Beachtung verdient. Ausser den schon früher auf der Nordseite der Magalisberge constatirten Bäumen finden wir hier noch sehr kräftige, bis 10^{m} hohe Exemplare der *Myrica aethiopica* L. In dem engeren Theil der Kloofs sehen wir noch *Halleria lucida* L., eine baumartige Scrophulariacee von 6^{m} Höhe, ein *Pittosporum*, das schon vor einigen Jahren Hr. Dr. Wilms bei Lydenburg sammelte und das als *P. Krügeri* Engl. vertheilt wurde, *Strychnos Henningsii* Gilg, *Chrysophyllum magalismontanum* Sond., die am weitesten gegen den Aequator hin vordringende *Phylica*-Art, *Ph. paniculata* Willd., 2^{m} hoch, auffallend durch linealische, oberseits dunkelgrüne und glänzende, unterseits graufilzige Blätter, endlich die kleinen Sträucher: *Fagara magalismontana* Engl. (Rutac.), *Royena hirsuta* L. (Ebenac.) und *Gymnosporia Zeyheri* (Sond.) Loesener. Am Ausgang der Schlucht wächst am Bach viel *Phragmites communis* L., ferner auch *Osmunda regalis* L., und die Abhänge sind stark mit *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn besetzt, neben welchem auch *Helichrysum Krausii* Sch. Bip. wächst.

Im Westen von Rustenburg tritt wieder *Protea*-Steppe in grosser Ausdehnung auf mit Vorherrschen von *Protea mellifera* Thunb. und die auch am Klippriver bei Johannisburg vorkommende *Aloe transvalensis* O. Ktze. Am Ende der Magalisberge bei Machadostad hören die Buschgehölze für einige Zeit ganz auf, und es sind nur an den häufig trockenen Bachläufen einige Bäume, wie *Acacia horrida* Willd., wahrzunehmen. Als Frühlingsblüher grüssen uns ebenfalls an den Hängen der Bachufer die breiten Polster von *Aptosimum depressum* (Linn. f.) Burch. mit zahlreichen leuchtend himmelblauen Blüthen und hin und wieder Trupps von gelbblühenden oder bläulichen *Moraea*.

Ein in Trockenwald übergehendes Buschgehölz mit den schon früher erwähnten Baumarten und besonders grossen *Faurea saligna*

wird noch bei Macdonald Store angetroffen; dann werden gegen Brackfontein die Bäume seltener, man sieht jetzt nur noch einzelne grosse *Olea chrysophylla* Lam. (= *O. verrucosa* Link) mit grosser kugeliger Krone; auch einzelne Exemplare einer hochstämmigen unverzweigten *Aloe*, die vielleicht *A. ferox* Mill. ist, verleihen der Landschaft einen xerophytischen Charakter. Bis in die Nähe von Wonderfontein herrscht grasiges Hügelland mit vereinzelten Bäumen und Sträuchern. Die herrschenden Gräser sind *Andropogon*-Arten und *Anthistiria imberbis* Retz (= *Themeda Forskalii* Hackel), ein etwa 0ᵐ5–0ᵐ9 hohes Gras, das nicht bloss im ganzen tropischen Afrika, sondern auch im tropischen Asien weit verbreitet ist. Die zerstreuten Bäume sind hauptsächlich *Rhus Gueinzii* Sond. und *Acacia horrida* Willd., besetzt mit Büschen von *Viscum*, auf steinigen Hügeln eine der *Euphorbia grandidens* Haw. ähnliche Art mit bogig aufsteigenden Zweigen, zusammen wachsend mit der strauchigen *Euclea undulata* Thunb. Am Bach bei Wonderfontein sehen wir, wie schon früher am Crocodile River, Bestände von *Erianthus junceus* Stapf und dichte Gebüsche mit 6^{m} hohem *Rhus viminalis* Vahl, *Olea chrysophylla*, *Myrica aethiopica*, *Celtis Kraussiana*, *Euclea undulata*, an lichten Stellen auch bis 2^{m} hohen *Asparagus africanus* Lam. und die Leguminose *Sutherlandia frutescens* (L.) R. Br. mit schönen rothen Blüthen und blasig aufgetriebenen Hülsen.

In der Nähe von Wonderfontein ist das schieferige Gestein vielfach horizontal gelagert und in Folge dessen ein Eindringen von Baumwurzeln grossentheils erschwert; an solchen Stellen finden wir namentlich viel *Parinarium capense*. Ausserdem wachsen hier eine ganze Anzahl niedriger oder niederliegender Stauden, wie *Listia heterophylla* E. Mey. (Legum.), *Euphorbia striata* Thunb., *Gnidia linifolia* (Decne.) Gilg, *Heliotropium tuberculosum* (Cham.) Gürke, *Leucas capensis* (Benth.) Engl., *Ocimum obovatum* Benth., *Aptosimum depressum* (Linn. f.) Burch., *Blepharis capensis* (Benth.) Engl., *Osteospermum muricatum* E. Mey., *Stapelia* spec. In dem dichten Buschgehölz unweit Wonderfontein sind besonders häufig: *Faurea saligna* (bis 12^{m} hoch), *Rhus Gueinzii* Sond. (bis 8^{m} hoch), *Burkea africana* Hook., *Acacia subalata* Vatke und *Combretum Zeyheri* Sond.; bisweilen klettert in die Kronen dieser Bäume die Flacourtiacee *Scolopia Ecklonii* Szyszyl. Die einzigen Sträucher sind hier *Tarchonanthus* und *Euclea undulata*; von Stauden war jetzt nur die etwa 5^{dm} hohe *Blumea gariepiana* DC. vorhanden.

Weiter westlich gelangt man in den Maricodistrict, dessen $1200–1300^{m}$ ü. M. gelegene Thäler, dank der von September bis November fallenden Regen sich grosser Fruchtbarkeit erfreuen; insbesondere ist auch hier die Cultur von Orangen und Pfirsichen hoch

entwickelt. In allen Ortschaften waren jetzt (Anfang September) die Pfirsiche reichlich in Blüthe und das grosse Zeerust war ganz von den lilafarbenen Blüthen der zahlreichen Pfirsichbäume umschleiert. Zum Schmuck der Ortschaften trugen auch hier schöne grosse Exemplare der angepflanzten Hängeweide *Salix babylonica* L. bei.

In den nicht cultivirten Theilen der Thäler und auf den flachen Hügeln herrscht lichter Busch und Trockenwald; wir bemerken aber hier nicht wie am Rande der Magalisberge *Cussonia* und *Protea*; auch *Ochna pulchra* ist hier nur spärlich vertreten, häufig dagegen als $1-2^{m}$ hoher Strauch die Composite *Tarchonanthus camphoratus* L., die wir in Ostafrika und Abyssinien in grösserer Höhe ü. M., bis zu 2000^{m} antreffen.

Westlich von Zeerust nähern wir uns immer mehr der Kalahari, und die Vegetation zeigt immer mehr Anpassungen an Trockenheit. Die Zahl der Baumarten und Baumindividuen wird geringer. Nur noch einzelne *Combretum* und *Rhus Gueinzii* treten in der steinigen Ebene auf, häufiger sieht man *Zizyphus mucronatus* Willd. und auf den Höhen kräftige Exemplare von *Olea chrysophylla* mit mächtiger runder Krone. *Aloë transvalensis* fehlt selten in der Grassteppe oder Acaciensteppe, welche namentlich gegen Süden stark entwickelt ist, und *Parinarium capense* bedeckt wieder oft weithin den Boden.

Dolomitsteppe bei Ottoshoop.

Ein etwas längerer Aufenthalt in Ottoshoop gab Gelegenheit, die ausgesprochen xerophytische Flora kennen zu lernen, welche auf dem flachen Plateau mit zu Tage tretendem Dolomitfels entwickelt ist. Herrschend sind vor Allem ausgedehnte, aber nur bis $0^{m}5$ hohe Büsche der Anacardiacee *Heeria paniculosa* (E. Mey.) O. Ktze. nebst einer sehr schmalblättrigen Varietät *angustifolia* Engl., herrschend ferner die zierlichen, über 50^{cm} nicht hinausgehenden Sträuchlein von *Rhus ciliata* Lichtenst., sodann auch an geneigten Abhängen eine ebenso hohe *Euclea*. Oberflächlich betrachtet erinnert die Formation an eine reichlich mit *Salix repens* bestandene Trift. Interessante Formen finden sich um die ein wenig über den Boden hinwegragenden Felsen. Häufig sind die Succulenten *Aloe transvalensis* und *Euphorbia pugniformis* Boiss.(?), *Kalanchoë thyrsiflora* Haw., seltener *Cotyledon orbiculata* L. Ferner finden wir hier eine *Sansevieria*, welche der *S. thyrsiflora* Thunb. nahe steht und von Zwiebelgewächsen: *Albuca pachychlamys* Baker(?), *Tulbaghia Davyana* Engl., *Bulbine asphodeloides* (L.) Roem. et Schult., *Eriospermum* spec. sehr selten. Interessant ist ausser diesen die eigenthümliche Cucurbitacee *Trochomeria macrocarpa* Hook. f. Auch die halbparasitische Scrophulariacee *Harveya Randii* Hiern wurde gefunden, ferner

Pelargonium dolomiticum Knuth, *Hermannia dolomitica* Engl., eine neue der *H. vernicata* (Burch.) K. Schum. nahestehende Art, das grauwollige *Helichrysum cerastioides* DC. und das sehr zierliche *H. paronychioides* DC.

Diese Dolomitsteppe geht nach Hrn. Burt-Davy's Aussage gegen Burmansdrift in Grassteppe oder in Baumsteppe über, in welcher der Karrooboom, *Rhus viminalis* Vahl sowie *Tarchonanthus camphoratus* L. vorkommen und der kleine *Rhus ciliata* Lichtenst. gesellig auftritt. Eben diese Baumsteppe greift auch nach Griqualand West über nach Kristiania und Fourteen Streams. Gegen Lichtenberg und Potjefstrom sind *Acacia giraffae* Willd. (= *erioloba* E. Mey.) und *Celtis Kraussiana* Bernh. häufig; auch kommt daselbst *Harpagophyton procumbens* DC. vor.

Gegen Mafeking und um dieses herum herrscht vorzugsweise Grassteppe, die nur stellenweise auf etwas mehr zerklüftetem Gelände von niederem Buschgehölz unterbrochen wird.

Den fehlenden Baumwuchs sucht man in diesen Districten durch Anpflanzen von Eucalypten zu ersetzen; es gedeihen von diesen namentlich: *E. hemiphloia* F. Muell., *E. leucoxylon* F. Muell., *E. viminalis* Labill., *E. rostrata* Schlecht.

Der Westrand des südostafrikanischen Gebirgslandes zwischen Mafeking und Bulawayo.

Busch- und Baumsteppen im Übergang zum Trockenwald.

Von Mafeking gegen Bulawayo senkt sich zunächst das Land etwas, und es tritt allmählich dichte Busch- und Baumsteppe auf, namentlich in dem Hügelland in der Nähe von Mochudi (1030^{m} ü. M.), dessen Kopjes zahlreiche isolirte Granitblöcke tragen. Von Bäumen sind besonders häufig *Burkea africana*, *Combretum Zeyheri*, *Terminalia sericea* Burch. mit ausladenden Zweigen, ein bis 8^{m} hoher *Strychnos*, *Acacia giraffae* Willd., *A. nigrescens* Oliv. var. *pallens*, ausgezeichnet durch mächtige Korkstacheln. Sehr häufig ist jetzt die strauchige Composite *Tarchonanthus camphoratus* L. Bei Palapye Road (1000^{m} ü. M.), wo auch eine *Stapelia* und eine kugelige *Euphorbia* vorkommen soll, ist das Gehölz als dichter Trockenwald zu bezeichnen, in dem *Tarchonanthus* und *Copaifera mopane* (Kirk) Benth. besonders häufig. Diese einer *Bauhinia* ähnliche Leguminose erscheint bald als 1–2^{m} hoher Strauch, bald als 6–8^{m} hoher Baum mit hängenden Ästen, welche jetzt mit den vertrockneten braunen, zweilappigen Blättern bedeckt sind. Überall sieht man auch grosse *Kalanchoë*, die wohl zu *K. thyrsiflora* gehören. Hier und da bemerken wir bis 12^{m} hohe oder noch grössere Bäume mit heller glatter Rinde; es ist dies *Copaifera coleosperma* Benth. *Rhus viminalis* L. und *Rhus Gueinzii* Sond. sind jetzt ge-

schwunden, dagegen erscheinen in der Nähe des Wendekreises einzelne Affenbrotbäume, *Adansonia digitata* L. An der Bahn sieht man häufig *Leucas Neuflizeana* Courb. und *Helichrysum argyrosphaerum* DC.

Die Vegetationsformationen des Matabelelandes.

Trockene Buschgehölze der Baumsteppe um Bulawayo.

Für die durchschnittlich 1400^m ü. M. gelegene Gegend von Bulawayo verdanken wir den Forschungen des Hrn. Dr. Rand eine Pflanzenliste, die Hr. G. Baker nach dessen Sammlungen zusammenstellte. Der Vollständigkeit halber möchte ich die in dieser Liste erwähnten Arten hier zur Ergänzung der auf meinen Anschauungen beruhenden Vegetationsschilderung einfügen. Es werden erwähnt[1]:

Bäume: Legum.: *Peltophorum africanum* Sond., *Bauhinia fassoglensis* Kotschy!, *Copaifera mopane* (Kirk) Benth.! *Acacia seyal* Delile; Combret.: *Combretum glomeruliflorum* Sond., *C. rhodesicum* G. Baker, *Terminalia sericea* Burch. var. *angolensis* Hiern! *T. Randii* G. Baker; Anacard: *Heeria reticulata* (Bak.) Engl.!, *Rhus villosa* L. f.!, *Rh. lancea* L.!

Sträucher: Olac.: *Ximenia americana* L. var.!; Cappar.: *Maerua nervosa* Oliv. var. *flagellaris* Oliv., Legum.: *Dichrostachys nutans* Benth.!, *Cassia didymobotrya* Fres.!, *Mundulea suberosa* Benth.!, *Sesbania punctata* DC.!; Malpigh.: *Sphedamnocarpus pruriens* Planch.!; Anacard.: *Rhus Welwitschii* Engl. var. *angustifoliolata*, *Rh. tenuinervis* Engl., *Rh. trifoliolata* G. Bak. (vergl. *Rh. Wilmsii* Diels und *Rh. gracillima* Engl.); Combret.: *Combretum apiculatum* Sond.

Stauden und Halbsträucher: Aizoac.: *Mollugo hirta* Thunb. var. *virens* Hiern; Caryoph.: *Prlycarpaea cosymbosa* Lam.! Cappar.: *Cleome monophylla* L.!; Ranunc.: *Ranunculus pinnatus* L.!, *Pedicellaria pentaphylla* Schrank; Crucif.: *Nasturtium fluviatile* E. Mey.; Crassul.: *Kalanchoë paniculata* Haw.!, *K. rotundifolia* Haw.; Saxifrag.: *Vahlia capensis* Thunb. var. *linearis* E. Mey.!; Legum.: *Cassia arachoides* Burch., *Lotononis leobordea* Benth., *Crotalaria podocarpa* DC., *Indigofera Schimperi* Jaub. et Spach, *I. goniodes* Hochst., *I. heterotricha* DC., *Tephrosia radicans* Welw. var. *rhodesiaca*, *T. lurida* Sond., *Diphaca trichocarpa* Taubert, *Stylosanthes erecta* P. Beauv.!, *Zornia tetraphylla* Michx., *Dolichos tricostatus* G. Bak., *Eriosema polystachyum* Bak. und *E. cajanoides* Hook. f., *Rhynchosia puberula* Harv.; Oxalid.: *Oxalis corniculata* L.!; Geran.: *Monsonia biflora* DC.!; Rutac.: *Thamnosma africanum* Engl.! Polygal.: *Polygala virgatum* Thunb., *P. eriopterum* DC., *P. hottentottum* Presl; Tiliac.: *Corchorus serraefolius* Burch.!; Malv.: *Sida capensis* Eckl. et Zeyh., *Abutilon fruticosum* Guill. et Perr., *Ab. hirsutissimum* Moench, *Hibiscus trionum* L., *H. pusillus* Thunb., *H. cannabinus* L., *H. rhodesicus* Baker, *H. ternatus* Mart.; Stercul.: *Melhania prostrata* Burch.!, *Hermannia viscosa* Hiern, *Waltheria americana* L.!; Elatin.: *Bergia decumbens* Planch.; Turnerac.: *Wormskioldia longipedunculata* Masters!, *W. lobata* Urban, *Streptopetalum serratum* Hochst.; Lythrac.: *Ammannia senegalensis* Lam., *Nesaea sagittifolia* Sond.; Cucurb.: *Momordica involucrata* E. Mey., *Cucumis hirsutus* Sond., *Coccinia palmata* Cogn., Melastomat.: *Dissotis phaeotricha* Hook. f.

Zwiebelgewächse: *Moraea Randii* Rendle.

Meinerseits wurden in der Baumsteppe im Süden von Bulawayo noch folgende Arten constatirt:

---

[1] Die auch von mir selbst gesehenen Arten sind durch ein ! gekennzeichnet.

Bäume: *Acacia giraffae* Willd., *A. horrida* Willd., bis zu 5^m hoch, *Sclerocarya caffra* Sond., *Commiphora acutidens* Engl., auffallend durch bedeutende Anschwellung des Stammes in seinem unteren Theil und bis 5^m hoch, *Combretum hereroense* Schinz, $2-4^m$ hoch.

Sträucher: *Maerua caffra* (Bernh.) Pax, $1-1^m5$ hohe Capparidacee, *Rhus leptodictya* Diels und *Rh. bulawayensis* Diels, beide bis 2^m hoch, *Carissa edulis* Vahl var. *tomentosa* Stapf, *Senecio longiflorus* (DC.) Oliv. et Hiern.

Stauden: *Ipomoea coscinosperma* Hochst. var. *hirta* Rich.

Trockenwald und Felsen der Matoppos.

Recht gute Ausbeute konnte ich in den Matoppos machen, welche nach 1½stündiger Fahrt von Bulawayo aus erreicht werden. Zunächst geht die Fahrt durch Baumsteppen, in welcher die vorher erwähnten Arten vorkommen, ganz besonders aber die vorher schon erwähnte *Copaifera mopane* häufig ist. Die Matoppos sind ein ausgedehntes Hügelland von höchst eigenartigem Charakter. Über der $1500-1600^m$ Hochebene erheben sich mehr oder weniger leicht aufsteigende Hügel, aus denen grosse, mehr oder weniger abgerundete Granitfelsen hervorragen, während anderseits auch häufig solche frei oder auf einander liegen. Besonders auffallend sind einzelne kuppelförmig gewölbte Hügel mit ziemlich steilen Abstürzen und mit schalenförmig sich absplitternden Schichten. Ersteigt man einzelne dieser Hügel, z. B. den Hügel, auf welchem sich das Grab von Cecil Rhodes befindet, dann hat man einen weiten Ausblick in das Matabeleland, das, so weit man hier sieht, Gebirgsland vom Charakter der Matoppos ist, ein uraltes Granitmassiv, in dem namentlich aerische Einflüsse einige geologische Epochen hindurch einen eigenartigen Zerfall des Gesteins bewirkt haben. Ziemlich tiefe Sandschichten, welche den umliegenden Hügeln entstammen, erschweren das Wandern zwischen denselben.

Der Reichthum der Gehölze zwischen den Hügeln und am Fuss derselben ist ein ziemlich grosser: aber meist kann man zwischen den Bäumen bequem hindurchgehen und an den Felsen finden wir vielfach sehr krüppelige Bäume und Sträucher, während wieder an windgeschützten Stellen hinter Felsen oft sehr stattliche Bäume entwickelt sind. Die zwischen den Bäumen und Sträuchern zerstreuten Gräser sind *Andropogon*-Arten und die über mannshohe *Aristida stipoides* Lam., auffallend durch eine breite lockere Rispe. Besonders grosse, bis zu 10^m hohe Bäume sind folgende: *Ficus salicifolia* Vahl. var. *australis* Warb., *F. Rehmannii* Warb., ausgezeichnet durch sehr

dichte, lange Behaarung der Zweige und rundlich-eiförmigen Blätter, sowie auch der kugeligen Blüthenstände, besonders häufig *F.* (*Sycomorus*) *Matabelae* Warb., oft auch 12^{m} hoch, mit grossen eiförmigen Blättern und bisweilen 50–80^{cm} langen verzweigten Inflorescenzen, die Chrysobalanee *Parinarium mobola* Oliv. mit unterseits silbergrauen Blättern, die Leguminosen *Erythrina latissima* E. Mey., *Pterocarpus erinaceus* Poir., *Peltophorum africanum* Sond., *Terminalia trichopoda* Diels. Etwas weniger hoch werden eine Euphorbiacee, *Maprounea* (6–8^{m}), die Anacardiacee *Heeria pulcherrima* (Schweinf.), O. Ktze., die Celastraceen *Elaeodendron matabelicum* Loes. (6^{m}) und *Gymnosporia senegalensis* Lam., die Combretaceen *Combretum Gueinzii* Sond. (3–6^{m}) und *Terminalia sericea* Burch. (3–8^{m}), die Sterculiacee *Dombeya rotundifolia* Harv. (6^{m}), *Cassia abbreviata* Oliv. (bis 6^{m}), ein *Strychnos* (6^{m}), die Apocynacee *Diplor rhynchus mossambicensis* Benth. und die Proteacee *Faurea saligna* Harv.

Auf diesen Bäumen finden sich als Parasiten: der bis Abyssinien verbreitete *Loranthus Dregei* Eckl. et Zeyh., *Viscum tuberculatum* A. Rich. und *V. matabelense* Engl., welches von dem nächststehenden *V. capense* Thunb. durch viel längere Internodien unterschieden ist und einen Durchmesser von 1^{m} erreicht. Epiphytisch kommt hier die im tropischen Afrika weit verbreitete und schöne Orchidee *Ansellia africana* Lindl. vor. Zwischen den Bäumen wachsende Sträucher sind hauptsächlich: die Santalacee *Colpoon compressum* Berg, die Leguminose *Pterolobium lacerans* R. Br., die Meliacee *Turraea nilotica* Kotschy et Peyritsch, die Malpighiacee *Sphedamnocarpus pruriens* Planch., die Sapindacee *Allophylus alnifolius* (Bak.) Radlk., *Rhus villosa* L. f., *Hibiscus micranthus* L., die Tiliaceen *Corchorus hirsutus* L. (1^{m}) und *Grewia flava* DC., die Ebenacee *Euclea lancea* Thunb. (1–2^{m}), die Verbenacee *Clerodendron ovale* Klotzsch (2^{m}), die Rubiacee *Coffea Engleri* Krause, ein 3^{m} hoher Strauch oder kleines Bäumchen mit eiförmigen Blättern und vielen grossen weissen Blüthen, eine schöne Pflanze, zugleich die erste etwas xerophytische Art der Gattung, endlich auch *Tarchonanthus camphoratus* L.

In zahlreichen Lichtungen des Trockenwaldes kommen auf sandigem Boden eine Anzahl in Süd- oder Ost-Afrika weiter verbreiteter Kräuter und Halbsträucher vor, von denen ich folgende constatirt habe: a) einjährige Pflanzen: *Pharnacium Zeyheri* Sond., *Vahlia capensis* Thunb., *Pretrea zanquebarica* J. Gay, *Lightfootia tenuifolia* A. DC., *Helichrysum argyrosphaerum* DC. — b) Stauden: *Listia heterophylla* E. Mey., *Thamnosma africanum* Engl., *Acalypha peduncularis* Meissn., *Cardiospermum corindum* L., *Triumfetta Welwitschii* Mast., *Bergia decumbens* Planch., *Gnidia Kraussiana* Meissn., *Trichodesma physaloides* Fenzl, *Epaltes ga-*

riepiana STEETZ, *Vernonia Kraussii* SCH. BIP., *Lactuca virosa* THUNB. — c) Halbsträucher: *Sida longipes* E. MEY.

In Felsritzen oder zwischen Steinblöcken finden wir zunächst die succulente *Euphorbia griseola* PAX var. *robusta* PAX (1^m hoch), dann krüppelige *Ficus Rehmannii* WARB., bis 3^m hohe krüppelige *Flacourtia ramontchi* L'HÉR. (Flacourtiacee), die Olacacee *Ximenia caffra* SOND., die Apocynacee *Carissa edulis* VAHL var. *tomentosa* STAPF, besonders dichte Büsche bildend, die Mimosee *Elephantorrhiza Burchellii* BENTH., deren dickem unterirdischen Stamm nur höchstens 1^m lange grüne Zweige mit 1^{dm} langen Blüthenähren entspringen und die Ebenacee *Euclea lancea* THUNB. ($1-2^m$). Zwischen und über den Felsblöcken breiten sich häufig die auch in das Gesträuch steigenden blattlosen Büsche der Asclepiadacee *Sarcostemma viminale* R. BR. aus. Zwischen den Steinblöcken tritt hier und da auch eine bis 6^m hohe Kandelabereuphorbie vom Habitus der *Euphorbia Reinhardtii* VOLK. auf; häufiger aber ist die succulente *Euphorbia griseola* PAX var. *robusta* PAX, mit vierkantigem Stengel und nur 1^m Höhe erreichend, sowie auch *Euphorbia matabelensis* PAX. Sodann finden sich an solchen Stellen krüppelige Sträucher der an anderen Stellen hochstämmigen, sehr dicht behaarten *Ficus Rehmannii* WARB. und *Parinarium mobola* OLIV., auch sehr dornige Formen der vom Kapland bis Sansibar und Usagara verbreiteten Celastracee *Gymnosporia buxifolia* (SOND.) SZYSZ.

Die beiden letztgenannten Arten finden sich auch bisweilen in schmalen Ritzen der abgerundeten Kuppen, welche in der Regel von dem eigenthümlichen *Myrothamnus flabellifolius* WELW. (s. oben S. 869) und den bis $\frac{1}{2}^m$ hohen, oft verzweigten Stämmchen der *Barbacenia equisetoides* (BAK.) ENGL. erfüllt sind. Auf der Kuppe in der Nähe von CECIL RHODES' Grab sah ich auch Exemplare der Araliacee *Cussonia natalensis* SOND. und eine 4^m hohe *Aloë*, welche der *A. excelsa* BERGER nahesteht. Hier finden sich auch vereinzelte Gräser, *Trichopteryx* [wahrscheinlich *T. simplex* (NEES) HACKEL] und *Eragrostis sclerantha* NEES var. *retinorrhoea* STEUD., endlich eine *Indigofera*, welche der *I. viscosa* LAM. nahesteht, *Helichrysum Kraussii* SCH. BIP. und *Selago* (vergl. *micrantha* CHOISY).

Interessant sind die auf den Granitkuppen, theils zwischen Steinen, theils in Felsritzen zerstreut auftretenden xerophytischen Pteridophyten: *Actiniopteris radiata* (KÖNIG) LINK, *Pellaea hastata* (THUNB.) PRANTL, *Cheilanthes hirta* SW., *Selaginella rupestris* SPRING.

Die oberen Felsblöcke sind namentlich an der vom Regen in erster Linie getroffenen Nord- und Ostseite mit Flechten besetzt, einer schwefelgelben *Acarospora* und einer orangerothen *Caloplaca*.

Die Vegetationsformationen im östlichen Sambesia.

Die Trockenwälder zwischen Bulawayo und den Victoria-Fällen des Sambesi nebst den zwischen ihnen liegenden Steppenformationen.

Während ich in den Matoppos gründlich sammeln konnte und dabei auch einige neue Arten entdeckte, musste ich mich auf der 20stündigen Fahrt von Bulawayo nach den Victoria-Fällen des Sambesi sowie auf der Rückfahrt darauf beschränken, Notizen während des Fahrens zu machen und die viertelstündigen Unterbrechungen der Fahrt zum Sammeln von Pflanzen zu benutzen, welche besonders charakteristisch erschienen. In der Nähe von Bulawayo sehen wir nur ärmliche Acaciensteppe, dann richtige Busch- und Baumsteppe mit sehr zerstreuten kümmerlichen Bäumen. Nachher aber gelangen wir in dichtere Baum- und Buschsteppe, welche vielfach, besonders in den schwachen Senkungen des Geländes, in hochstämmigen Trockenwald übergeht.

Auf den offenen grasreichen Strecken herrscht wieder zerstreut wachsende *Protea mellifera* Thunb., welche bisweilen eine Höhe von 5^{m} erreicht; in dem lichten Buschgehölz herrschen *Burkea africana*, *Dombeya rotundifolia*, *Copaifera mopane*, *Pterocarpus erinaceus*, bis 8^{m} hohe *Terminalia sericea* mit ausspreizendem Geäst und zwischen diesen *Tarchonanthus camphoratus*, alles Formen, die uns schon vorher bekannt geworden sind. Bei Pasipas aber beginnt schon Trockenwald[1], in welchem viele bis 15^{m} hohe Bäume mit breiter Krone auftreten. Zweige und Früchte, welche in einem günstigen Moment erreicht werden konnten, erwiesen sich nach der Untersuchung von Dr. Harms als einer erst seit wenigen Jahren bekannten Caesalpiniee zugehörig, der *Baikiea plurijuga* Harms. Einen anderen ziemlich grossen Baum, den wir auch schon auf der Fahrt von Mafeking nach Bulawayo constatirt hatten, fand ich hier auch häufig vor, nämlich *Copaifera coleosperma* Benth. Seltener sind 3–4^{m} hohe *Bauhinia reticulata* DC. und die durch mächtige Korkstacheln ausgezeichnete *Acacia nigrescens* DC. var. *pallida* Oliv. Auch ein neues *Combretum*, *C. cognatum* Diels, verwandt mit *C. Schinzii* und *C. taborense* wurde hier gesammelt. Hinter der Station Redbank constatiren wir im lichten Buschgehölz viel *Acacia giraffae* Willd. und *Terminalia sericea* und bei Igusi (um 1400^{m} ü. M.)

[1] Die Praxis, welche der Pflanzengeographie mit ihren unwissenschaftlichen Benennungen so häufig Schwierigkeiten bereitet, hat sich hier auch versündigt, indem sie für diesen hochstämmigen Trockenwald die Bezeichnung Teak Forest eingeführt und auch auf Karten eingebürgert hat.

kommen wir wieder in ziemlich dichten Trockenwald mit den vorher erwähnten hochstämmigen Bäumen. Ausserdem aber sammeln wir hier die Anacardiacee *Lannea edulis* (Sond.) Engl., einen nur 1^{dm} hohen Halbstrauch, *Strychnos pungens* Solereder, *Ochna pulchra* Hook. f., *Pterocarpus erinaceus* Poir., von denen die drei letztgenannten Arten recht häufig sind. In diesen Wäldern sieht man zur jetzigen Zeit wenig Stauden, vorherrschend sind zwei Gräser, die bis 1^m5 hohe *Aristida stipoides* Lam. und die meist nur 0^m2–0^m5 hohe *Pogonarthria falcata* (Hack.) Stapf, welche durch Transvaal and Orange-State bis in das westliche Grenzgebiet von Natal verbreitet ist.

Bei der Station Gwaai (um 1050^m ü. M.) breitet sich eine grosse Grassteppe aus, umgeben von Trockenwald, in dessen Lichtungen viel *Protea mellifera* zu sehen ist.

Vor der Station Ngamo sind ebenfalls grosse Steppen auf sandigem Boden entwickelt, und hier sehen wir grosse unverzweigte *Hyphaene* mit kugeligen Früchten; in der nächsten Umgebung dieser Hyphaenen fand ich auch *Asparagus racemosus* Willd. und *Derris violacea* (Klotzsch) Harms. Besonders schön präsentiren sie sich im Hintergrund eines Teiches, in welchem viel *Nymphaea lotus* L., *N. stellata* Willd. und *Jussieua repens* L. wachsen.

Dann folgt das Gebiet der Kohlenfelder von Wankie. Hinter denselben bis Katune herrscht lichte Baumsteppe auf weissem Sandstein im Thal, während zu beiden Seiten desselben niedrige Höhen mit Buschwerk besetzt sind. Zwischen Katune und Doki und auch noch weiter nordwestlich sieht man häufig einzelne grosse *Acacia* mit aufstrebenden Ästen und grüner Rinde, ferner mehrfach Candelaber-Euphorbien vom Habitus der *E. grandidens* Haw. Die Gegend behält den steppenartigen Character, der durch das Auftreten von Affenbrotbäumen (*Adansonia digitata* L.) auf einzelnen Hügeln noch erhöht wird, bis Kesi; manchmal herrscht sogar ausschliesslich Grassteppe. Je mehr wir uns aber dem Sambesi und seinen tosenden Fällen nähern, desto mehr nimmt wieder der Baumwuchs zu, wir befinden uns wieder in Baumsteppe und Trockenwald, welcher an den des Pseudo-Teakwaldes von Igusi erinnert.

Auf die Umgebung der grossartigen Victoria-Fälle (etwa 930^m ü. M.) konnte mehr Zeit zur Untersuchung der Vegetation verwendet werden, und ich bin in der Lage, eine ziemlich ausführliche Schilderung derselben zu geben. Auch über dieses jetzt verhältnissmässig leicht zugängliche Gebiet existirt noch keine Zusammenstellung der daselbst vorkommenden Pflanzen.

Südlich vom Sambesi ist noch alles Land in grösserer Entfernung von den Fällen von lichtem Trockenwald eingenommen, in welchem

jetzt auch nur wenige Bäume grünes Laub tragen oder blühen. Durch weisse Blüthen fällt aber auf die ziemlich häufige *Acacia nigrescens* Oliv.; dann machen sich durch ihre Belaubung bald bemerkbar 3 *Croton*-Arten, *C. gratissimus* Burch., der auch in Deutsch-Südwestafrika vorkommt, *C. sambesiacus* Müll. Arg. und *C. rivularis* Müll. Arg. Nächst diesen ist wieder die grosse Zahl der Combretaceen bemerkenswerth. Ausser der schon mehrfach erwähnten *Terminalia sericea* finden wir auch *T. spinosa* Engl. mit fast schirmförmiger Krone, sodann das auch in Deutsch-Südwestafrika vorkommende *Combretum imberbe* Wawra und das neue *C. tetraphyllum* Diels, welches etwa 5ᵐ hoch wird. *Burkea* und *Sclerocarya* finden sich ebenfalls vor. *Copaifera coleosperma* Benth. tritt auch hier als grosser Baum auf; besonders stattlich ist aber eine Meliacee, *Trichilia* spec. Als Baumsträucher sind entwickelt die Euphorbiaceen *Antidesma venosum* Tul. und *Phyllanthus floribundus* Müll. Arg., als kleines Bäumchen *Sesbania pubescens* DC. Zerstreut finden sich auch 1ᵐ5–2ᵐ hohe Exemplare der bäumchenförmigen Umbellifere *Peucedanum araliaceum* (Hochst.) Benth. et Hook. f. Zwischen den vielen gegenwärtig nur mit trockenem Laub versehenen Bäumen und Sträuchern heben sich die wenigen dauerblättrigen oft schon von weitem hervor; ebenso fällt schon auf grosse Entfernung die stattliche, bis 2ᵐ hohe, mit vielen grossen rosafarbenen Blüthen versehene Convolvulacee *Ipomoea schupangensis* Baker auf, welche ihre Blätter noch nicht entfaltet hat.

Von Stauden ist nicht viel zu sehen. Ein Gras, *Trichopteryx* [wahrscheinlich *T. simplex* (Nees) Hackel], ist ziemlich häufig, und dann eine *Urginea* (vielleicht *U. sanguinea* Schinz). Eine eigenartige Pflanzengemeinschaft ist auf den sonnigen Basaltfelsen am Rande der steilwandigen Schluchten, zwischen denen sich der Sambesi nach seinem Absturz hindurchzwingt, anzutreffen. Auf grosse Strecken hin herrscht die wie andere xerophytische Selaginellen eintrocknende und zur Regenzeit sich wieder belebende *Selaginella imbricata* Spring und neben ihr in Felsritzen eine schmalblättrige *Barbacenia*.

Schluchtenwald in der Palm-Kloof bei den Victoria-Fällen.

Wesentlich anders ist die Vegetation in der sogenannten Palm-Kloof, einer Schlucht, in welche man 15 Minuten lang hinabsteigt, bis man an das Ufer des abgestürzten Sambesi gelangt. Der obere Theil der Schlucht ist noch xerophytisch; wir finden hier sogar eine der ausgesprochensten Steppenpflanzen, bis 1ᵐ5 hohe *Sansevieria cylindrica* Bojer, recht häufig. In dem unteren Theil der Schlucht aber sieht es wesentlich anders aus; riesige Exemplare der *Phoenix reclinata* Jacq.

und gewaltige *Ficus* von 10–20m Höhe mit breiten Kronen sind vorherrschend; es sind dies *Ficus lutea* Vahl und *F. capensis* Thunb., ferner *F. Victoriae* Warb. Sodann ist auch häufig die Sapotacee *Mimusops Zeyheri* Sond. var. *laurifolia* Engl. Auch Lianen finden sich in dieser Palm-Kloof, namentlich eine Menispermacee, welche wohl zu *Tiliacora* gehört, eine *Dioscorea*, *Smilax Kraussiana* Meisn. und *Jasminum mauritianum* Bojer, *Paullinia pinnata* L., welche in Ostafrika weit verbreitet sind, endlich eine *Landolphia*; leider sind die meisten dieser Pflanzen nicht erreichbar oder nicht in einem Zustande, der ihre wissenschaftliche Bestimmung ermöglicht. Ferner ist in der Schlucht an schattigen Stellen anzutreffen *Peperomia brachytrichoides* Engl. Sehr häufig ist das 1m hohe Farnkraut *Pteris atrovirens* Willd., häufig auch *Asplenium erectum* Bory, *Adiantum caudatum* L., *Nephrodium molle* Desv. var. *violaceum* (Link) Mett. und *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Sodann sieht man viel mannshohes *Polygonum barbatum* L. und die Acanthacee *Phaulopsis parviflorus* Willd. (*Ph. longifolius* Sims., non T. Thoms.).

Uferwald am linken Ufer des Sambesi und auf der Livingstone-Insel.

Nach Einweihung der grossen über den Sambesi führenden Eisenbahnbrücke wurde auch das linke Ufer des Flusses besucht und von da nach der grossen Livingstone-Insel übergefahren. Hier finden wir mehr dauerblättrige Bäume, die einen lichten Alluvialwald bilden. Am linken Ufer sind besonders häufig die Myrtacee *Syzygium guineense* (W.) DC. und die Guttifere *Garcinia Livingstonei* T. And., ferner ziemlich hohe Exemplare von *Carissa edulis* Vahl var. *tomentosa* Stapf. Sodann findet sich hier *Combretum cataractarum* Diels, eine neue Art. Im Wasser wachsen mit *Phragmites communis* zusammen die 2m hohe Leguminose *Aeschynomene cristata* Vatke und *Jussieua villosa* Lam.; ferner ist häufig am Ufer *Sesbania pubescens* DC. als 4m hoher Baum. Auf der Livingstone-Insel selbst finden wir am sandigen Strand eine *Rauwolfia* mit breiter Krone, *Myrica aethiopica* L. und *Salix ramiflora* R. v. Seem. (diese auch am linken Ufer). Ferner sind auch hier *Garcinia Livingstonei* und *Carissa edulis* häufig, ausserdem traf ich an: *Sterculia Livingstonei* Engl., *Gymnosporia senegalensis* Lam. und *Royena pallens* Thunb. Als Schlingpflanzen treten hier auf: *Smilax Kraussiana* Meisn., *Abrus precatorius* L., *Hippocratea cymosa* de Wild. et Th. Dur., *Tacazzea* spec. Am sandigen Ufer sieht man *Pollichia campestris* Sol., *Hebenstreitia Holubii* Rolfe und *Momordica balsamina* L.

In grösserer Entfernung sieht man von der Livingstone-Insel aus auch einzelne Exemplare der hier zuerst entdeckten Dumpalme *Hyphaene ventricosa* Kirk, welche auch nach Baum's Beobachtungen

auf der Kunene-Sambesi-Expedition weiter westlich ziemlich häufig angetroffen wird, so in dem Pfannenfelde zwischen dem Kuito und Kubango auf den mit Bäumen und Sträuchern bewachsenen inselartigen Erhöhungen, am Kubango selbst unterhalb Massaca (16° s. Br.), am mittleren Kunene zwischen den Mündungen des Chilanda und Kakulovar in Mischwaldungen (s. Warburg, a. a. O. S. 470). Ausserdem wird sie auch cultivirt im Küstengebiet von Benguela in der Nähe des Rio Coroca.

Hydrophytenvegetation am Rande der Victoria-Fälle und auf dem gegenüberliegenden Ufer.

Von ganz besonderem Interesse sind die flachen Felsen am Rande der Livingstone-Insel dicht vor den Fällen; auf diesen finden wir an schwach überspülten Stellen dichten Graswuchs von *Ischaemum fasciculatum* Brongn., dazwischen die Acanthacee *Dyschoriste Perrottetii* (Nees) O. Ktze., die Lythracee *Nesaea radicans* Guill. et Perr., die Commelinacee *Floscopa glomerata* Hassk., die Gentianacee *Canscora diffusa* (Vahl.) R. Br., *Blumea lacera* (Burm.) DC. und eine etwa 15^{cm} hohe *Lobelia*. In ganz flachen sandigen Tümpeln, in welchen kein Graswuchs auftritt, treffen wir namentlich dichte Rasen von *Eriocaulon subulatum* N. E. Brown an, ferner *Xyris multicaulis* N. E. Br. und zwei nur 5–8^{cm} hohe *Utricularia*, die gelbblühende *U. Gibbsiae* Stapf und die blaue *U. Kirkii* Stapf, ferner die mit verzweigten Stolonen versehene *U. exoleta* R. Br. und *Genlisea africana* Oliv. Auch einige Cyperaceen finden sich auf feuchtem Sand, nämlich *Fuirena hirta* Vahl, *Scirpus paludicola* Kunth, die tropisch kosmopolitische *Eleocharis capitata* R. Br., *Cyperus haspan* L. und *Cyperus Mundtii* Nees.

Zwischen dem Gras oder auch zusammen mit den *Eriocaulon* und *Xyris* ist auch häufig *Rotala heteropetala* Koehne var. *Engleri* Koehne anzutreffen, während *Rotala cataractae* Koehne, eine bisher nicht bekannte Art, auf Felsblöcken vorkommt. Alle Felsblöcke und auch kleinere Steinchen, über welche der Sambesi hinwegfliesst, sind von einer kleinen Podostemonacee besetzt, die zu der sehr variablen und sehr verbreiteten, auf Madagaskar, in West-, Central- und Südafrika vorkommenden *Tristicha alternifolia* Tul. gehört, jedoch eine eigene Varietät var. *sambesiaca* Engl. repräsentirt. An den über 130^{m} hohen Felsen, welche die einzelnen Fälle von einander trennen, bemerkt man von der gegenüberliegenden Seite aus an unzugänglichen Stellen vielfach kräftige Stöcke einer *Aloë*.

Auf dem den Fällen gegenüberliegenden Ufer, das auch in der jetzt in der ersten Hälfte des September noch herrschenden Trocken-

zeit sehr stark von dem herüberwehenden Sprühregen der tosenden Fälle reichlich besprengt wird, aber doch noch ohne allzugrosse Durchnässung zugänglich ist, ist dem sogenannten Regenwald ein mehrere Meter breiter Saum und strauchloser Streifen vorgelagert, auf welchem *Ischaemum fasciculatum* Brongn. einen dichten Rasen bildet, in welchem die letzterwähnten hygrophilen Pflanzen der Livingstone-Insel ebenfalls wachsen. Von Cyperaceen fand ich hier noch *Fuirena hirta* Vahl. Ausserdem ist hier auch häufig *Samolus valerandi* L. und am Waldrande *Hydrocotyle asiatica* L. Auch die Scrophulariacee *Cycnium tubulosum* (Benth.) Engl. findet sich zwischen dem Gras an feuchten Stellen.

Der »Regenwald« gegenüber den Victoria-Fällen.

Der »Regenwald« selbst, der sich gegenüber den Fällen etwa $\frac{3}{4}$ Stunden lang in nicht sehr grosser Breite (wohl höchstens 200^m) hinzieht, soweit eben der bei höherem Wasserstand noch gewaltigere Sprühregen reicht, ist eine eigenartige Formation, welche wohl auf den ersten Blick etwas einem tropisch-afrikanischen Regenwald ähnlich erscheint, bei näherer Betrachtung aber sich doch von einem solchen unterscheidet und vielmehr als ein üppiger Uferwald erweist, der entsprechend der noch ziemlich bedeutenden Entfernung vom Aequator (18° s. Br.) recht artenarm ist. Wir befinden uns in einem ziemlich dichten Bestand dauerblättriger, immergrüner Bäume, von denen viele geneigte, auch niederliegende Stämme haben und ein dichtes Laubdach von $6-8^m$ Höhe bilden, über welches wieder einzelne mächtige Bäume von $15-20^m$ Höhe hinwegragen, an welchen auch kräftige, leider nicht sicher zu ermittelnde Lianen aufsteigen, während am Grunde im dichten Schatten ein üppiges Farnwachsthum entwickelt ist. Obwohl dieser Wald seit seiner Entdeckung durch Livingstone in 50 Jahren wohl etwas an Dichtigkeit eingebüsst hat und jetzt jährlich Hunderte von Besuchern auf verhältnissmässig gutem Pfad den Wald durchstreifen, in dessen Dickicht sich früher Elephanten einen Weg bahnten, obwohl er hinsichtlich der Mächtigkeit der Baumformen hinter den Bergwäldern Usambaras und Kameruns zurücksteht, obwohl auch in ihm Farnbäume, grosse Angiopteris und riesige Scitamineen fehlen, welche im äquatorialen Gebiet die Gebirgsregenwälder erfüllen, so erscheint dieser Wald doch grossartig wegen der vielen dicken geneigten und niederliegenden Stämme, deren Kronen durch die von den Fällen erzeugten Luftströmungen vielfach bewegt werden, durch den auch zur Trockenzeit noch in den Wald hineindringenden Sprühregen, durch die hier und da sich eröffnenden Ausblicke auf die Fälle und die von ihnen herüberstiebenden Sprühwolken, welche bei Sonnenschein einen prächtigen Regenbogen aufweisen.

Bei näherer Untersuchung ergiebt sich nun Folgendes. Die Hauptmasse der Bäume besteht aus der im ganzen tropischen Afrika verbreiteten, auch in Natal häufigen Myrtacee *Syzygium cordatum* Hochst. und einem anderen *Syzygium*, welches zwischen der genannten Art und dem ebenfalls im tropischen Afrika weit verbreiteten *S. guineense* (Willd.) DC. in der Mitte steht; ich möchte diese Pflanze, welche mit keiner der so zahlreichen Formen des *S. guineense* übereinstimmt, *S. intermedium* nennen. Die zahlreichen grossen *Ficus* sind dieselben Arten, welche wir in der Palm-Kloof angetroffen haben, *F. Victoriae* Warb., *F. capensis* Thunb. und *F. lutea* Vahl. Ein ziemlich hoher Baum ist auch *Mimusops Zeyheri* Sond. var. *laurifolia* Engl. Theils an etwas lichteren Stellen im Walde, theils am Waldrand wachsen die Ebenaceen-Sträucher *Euclea macrophylla* E. Mey. und *Royena pallens* Thunb. Am Boden sind besonders reichlich vertreten das Gras *Oplismenus africanus* P. Beauv., die Farne *Nephrodium molle* Desv. var. *violaceum* (Link) Mett., *Nephrolepis cordifolia* (L.) Presl, *N. exaltata* Schott und *Adiantum capillus veneris* L., sodann sehr häufig die Orchidee *Calanthe natalensis* Rchb. f., die Amarantacee *Achyranthes aspera* L., die Acanthaceen *Dyschoriste Perrottetii* (Nees) O. Ktze. und die zierliche gelbblühende *Hemigraphis prunelloides* S. Moore sowie die weit verbreiteten *Desmodium paleaceum* Guill. et Perr. und *Vernonia senegalensis* Less. Auch der mit kriechendem Rhizom versehene und oben erwähnte *Cyperus Mundtii* dringt noch in den Wald ein. Auf den niederliegenden Stämmen der Syzygien oder am Fuss derselben ist ungemein häufig das unterseits weisse Farnkraut *Cheilanthes farinosa* Kaulf., vielfach zusammen mit *Adiantum capillus veneris*; seltener ist *Psilotum triquetrum*. Endlich finden wir noch an lichten Stellen die im ganzen tropischen Afrika verbreitete Convolvulacee *Merremia pterygocaulos* (Choisy) Hallier f.

Vegetationsformationen des Maschonalandes.

Buschgehölze zwischen Bulawayo und Salisbury.

Auf der Fahrt von Bulawayo nach Salisbury kommt man wieder durch trockenes Buschgehölz, welches die Hauptformation des Matabelehochlandes ist. Bei Hartley Hill befindet man sich schon im Maschonaland, in welchem der Charakter der Vegetation etwas von der des Matabelelandes, soweit ich dasselbe gesehen habe, abweicht. Zuerst sieht man in den Buschgehölzen noch vorwiegend *Terminalia*, *Combretum*, mit *Viscum* besetzte *Acacia*, *Copaifera coleosperma* und einzelne Kandelabereuphorbien vom Typus der *Euphorbia Reinhardtii* Volk.; dann aber tritt häufig *Anona senegalensis* Pers. auf sowie auch *Bau-*

hinia reticulata. Recht auffallend sind ganze Bestände von *Parinarium mobola* Oliv. und solche von *Brachystegia spiciformis* sowie einer anderen der *B. Goetzei* Harms nahestehenden Art. Innerhalb dieser Bestände und noch mehr an offenen Plätzen tritt viel *Protea mellifera* Thunb. (?) auf und eine zweite Art mit länglich-verkehrt-eiförmigen 15^{cm} langen, 5^{cm} breiten Blättern, die meist nur 1^{m} hoch ist; ich habe dieselbe *P. maschonica* genannt.

Die Halbstrauchsteppe des Maschonalandes.

Nördlich von Hartley folgen weite Hochebenen, deren Gras abgebrannt ist, mit einigen massenhaft auftretenden, sehr charakteristischen Halbsträuchern und Stauden, von denen einige in lebhaften Blüthenfarben prangen. Überall blickt zwischen diesen Stauden und Halbsträuchern der steinige rothe Boden hindurch. An einzelnen Stellen ist noch viel *Protea maschonica* Engl. vorhanden. Noch häufiger sieht man aber Büsche von 1–4 und mehr Quadratmeter, welche sich nur einige Decimeter über den Boden erheben und mit schön dunkelgrünem, glänzendem Laube versehen sind; es ist dies *Syzygium huillense* (Hiern) Engl., welches wohl zweifellos von dem verbreiteten baumartigen *S. guineense* (W.) DC. abstammt, aber doch wegen seiner festsitzenden Blätter und grösseren Früchte als Art abgetrennt wird. Wir kennen noch ein niedriges strauchiges *Syzygium*, *S. benguelense* (Welw.) Engl.; dasselbe ist aber von der hier erwähnten Art durch länglich verkehrt eiförmige, unterseits grosse Blätter verschieden. Dann fällt namentlich auf *Combretum Oatesii* Rolfe, ein nur $2–3^{dm}$ hoher Halbstrauch mit prachtvollen feuerrothen Blüthen oder mit grossen karminrothen Früchten. Fast ebenso häufig wie diese beiden ist *Eriosema Engleri* Harms, mit silbergrauen Stengeln und Blättern und kurzen goldgelben Blüthensprossen neben den Laubsprossen. Auffallend sind auch die halbstrauchige Acanthacee *Thunbergia glaberrima* Lindau mit $4–5^{cm}$ grossen himmelblauen Blüthen, die ebenfalls blaublühende *Scutellaria Livingstonei* Baker, die goldgelben reichblüthigen Büsche der Thymelaeacee *Gnidia Kraussiana* Meissn., neben der *Gn. microcephala* Meissn. zurücktritt, eine höchst charakteristische Rubiacee, die neue *Fadogia lateritica* K. Krause, ein schöner lachsfarbener *Gladiolus*, die weithin leuchtende orangefeuerrothe *Wormskioldia longipedunculata* Masters, eine ebenso gefärbte niedrige, aber grossblüthige Malvacee, der in Südafrika verbreitete *Hibiscus rhodanthus* Gürke.

Auch mehrere Convolvulaceen fallen auf durch lebhaft rosa gefärbte Blüthen, *Ipomoea papilio* Hallier f., *I. blepharophylla* Hallier f. (nur $10–15^{cm}$ hoch) und *Astrochlaena malvacea* (Klotzsch) Hallier f.,

während eine vierte Convolvulacee *Ipomoea pubescens* Choisy var. *pubescens* Hallier f. an ihren bis 3^{m} lang am Boden hinkriechenden Zweigen gelbe Blüthen entwickelt. Sodann erkennt man auch schon von weitem die mit zahlreichen kurzen Blüthenstengeln und grossen blauen Blüthen versehene *Vigna Buchneri* Harms. Auch die mit fleischigen Blättern und blassblauen Blüthen versehene Rubiacee *Pentanisia crassifolia* K. Krause ist recht häufig. Selten fehlt auch in diesen Zwergstrauchsteppen die auch in Natal und Transvaal verbreitete grau-seidig-behaarte *Vernonia Kraussii* Sch. Bip. Ausser diesen besonders häufigen und in die Augen fallenden Arten kommen hier aber auch noch folgende vor: *Thesium rhodesiacum* Pilger, nur 1.5–2^{dm} hoch, *Cissampelos pareira* L., *Parinarium capense* Haw., *Aeschynomene mimosifolia* Vatke, 20–40^{cm} hoch, mit gelben Blüthen, die Tiliacee *Triumfetta laxiflora* Engl., das schöne, aus Nordostafrika bekannte *Ocimum filamentosum* Forskal, die Acanthaceen *Duvernoia pumilio* Lindau (Blüthen rosa), *Hypoestes verticillaris* (L.) Sol. (Blüthen weiss), *Dyschoriste radicans* (T. And.) O. Ktze., *Dicliptera tanganyikensis* C. B. Clarke, die Campanulacee *Wahlenbergia Zeyheri* Eckl. et Zeyh., *Eupatorium africanum* Oliv. et Hiern, *Lactuca capensis* Thunb. und eine wahrscheinlich neue *Aspilia*.

Diese höchst interessante Formation, welche ich zwischen Hartley und Gazama und dann bei Norton betreten hatte, fand ich auch in unmittelbarer Nähe von Salisbury wieder, in einer Höhe von 1550^{m} ü. M. Hier waren ausser den schon erwähnten Arten noch besonders häufig: *Cissus Rhodesiae* Gilg, eine aufrechte, nicht rankende, etwa 0^{m}5–1^{m} hohe Art, die Euphorbiaceen *Acalypha peduncularis* Meisn. (nur 1–2^{dm} hoch), *A. villicaulis* Rich. und *Tragia Rhodesiae* Pax, die Borraginacee *Trichodesma physaloides* (Fenzl) A. DC., die Tiliacee *Triumfetta Welwitschii* Masters und die in Ostafrika so weit verbreitete *Scabiosa columbaria* L.

Besonders auffallend sind Zwergvarietäten einiger sonst als Bäume entwickelter Arten, wie *Zizyphus jujuba* Lam. var. *nanus* Engl., nur etwa 3^{dm} hoch und blühend, *Anona senegalensis* Pers. var. *rhodesiaca* Engl. et Diels, nur 2–3^{dm} hoch, mit nahe am Boden stehenden Blüthen, auch *Syzygium huillense* (Hiern) Engl. dürfte wie schon gesagt mit *S. guineense* (Willd.) DC. in genetische Verbindung zu bringen sein, während die ebenfalls niedrige Burseracee *Lannea edulis* (Sond.) Engl., von der auch eine Varietät *integrifolia* Engl. sich vorfindet, auf eine andere bekannte Species wohl nicht zurückzuführen ist.

Ausser den genannten Arten fand ich auf den Zwergstrauchsteppen bei Salisbury noch: *Indigofera pentaphylla* L., *Hypoxis* spec., *Crotalaria striata* DC., *Astragalus Burkeanus* Benth., die beiden letzten Leguminosen

bis 1^m hohe Stauden, die Sterculiacee *Melhania prostrata* DC., die Convolvulacee *Astrochlaena malvacea* (KL.) HALLIER f., die Scrophulariaceen *Buchnera Henriquezii* ENGL. und *Striga Thunbergii* BENTH., die Acanthacee *Justicia prostrata* (NEES) T. AND., die Campanulacee *Lightfootia juncea* (BUEK) SOND., die Compositen *Vernonia natalensis* SCH. BIP., *Senecio lasiorrhizus* DC. (= *coronatus* HARV.) und *S. latifolius* DC., bis 50^{cm} hohe Pflanzen, endlich auch *Convolvolus ulosepalus* HALLIER f.

Die Trockenwälder, Baum- und Buschsteppen des Maschonalandes.

Neben dieser Formation der Halbstrauchsteppe tritt um Salisbury an den Hügeln dichterer oder lockerer Trockenwald auf, meist aus nur $3-8^m$ hohen Bäumchen und Bäumen gebildet, zwischen denen man bequem hindurchgehen kann. Am Fuss sind besonders häufig die Leguminose *Brachystegia spiciformis* BENTH., welche durch die in der Jugend gelblichen oder lachsfarbenen, manchmal auch dunkelrothen Sprosse sowie durch den süsslichen Geruch der Blüthen auffällt, die Rosacee-Chrysobalanee *Parinarium mobola* OLIV., die Euphorbiacee *Uapaca Kirkiana* MÜLL. ARG., welche man auch sonst im Maschonaland häufig Bestände bilden sieht. Nicht so häufig sind *Ficus rhodesiaca* WARB., ein $6-8^m$ hoher Baum, mit $50-80^{cm}$ langen Infloreseenzen und *F. Matabelae* WARB., die uns schon von den Matoppos her bekannt ist, *Erythrina tomentosa* R. BR., welche von hier bis nach Abyssinien verbreitet ist, der schon mehrfach erwähnte *Pterocarpus erinaceus* POIR., *Albizzia Antunesiana* HARMS, ein 3^m hohes Bäumchen, das uns bisher von Benguela bekannt war, eine *Lannea* von $4-5^m$ Höhe, welche wahrscheinlich zu *L. discolor* (SOND.) ENGL. gehört, jetzt aber keine Blätter zeigte, die schöne Anacardiacee *Heeria reticulata* (G. BAKER) ENGL., ein $3-4^m$ hoher Baumstrauch und recht vereinzelt die Proteacee *Faurea speciosa* WELW. var. *lanuginosa* HIERN, welche zerstreut in verschiedenen Formen bis Centralafrika vorkommt. In diesen Gehölzen finden sich *Sphenostilis marginata* E. MEY., *Silene Burchellii* OTTH, eine *Albuca* und *Holothrix Randii* RENDLE (?). An einem anderen Hügel bei Salisbury fand ich einen stattlichen 8^m hohen Combretaceenbaum, der wie so viele der auf dieser Reise festgestellten Bäume noch nicht bekannt war, *Combretum atelanthum* DIELS. Auch grosse *Erythrina tomentosa* wuchsen hier, ferner *Dombeya rotundifolia* HARV., *Rhus villosa* L. f., die Malvacee *Thespesia Garckeana* F. HOFFM., welche bisher nur aus Deutsch-Ostafrika und dem angrenzenden Englisch-Ostafrika bekannt war, die Meliacee *Turraea nilotica* KOTSCHY et PEYR., offenbar die Pflanze, welche G. BAKER als *Turraea Randii* beschrieb, als $2-3^m$ hoher Strauch, die schon vorher erwähnte *Heeria reticulata*, *Gymnosporia*

senegalensis Loes., *Strychnos tonga* Gilg und *Royena hirsuta* L. Ferner findet sich hier auch als Schlingpflanze die im ganzen östlichen Afrika verbreitete *Phytolacca abyssinica* Hoffm., sowie *Kalanchoë glandulosa* Hochst. var. *rhodesiaca* Baker.

Der Vollständigkeit halber und behufs weiterer Prüfung lasse ich nun noch ein Verzeichniss der Arten folgen, welche von Dr. Rand aus Salisbury gesammelt und theils am Natural History Museum in South Kensington, theils in Kew beschrieben worden sind, die ich aber selbst nicht gefunden habe:

A. Bäume: *Ekebergia arborea* Baker, eine ornamentale, 5–7^{m} hohe Meliacee, ähnlich der *E. Buchananii* Harms, *Brachystegia Randii* Baker (kann nach der Beschreibung kaum etwas anderes sein als *Brachystegia spicata* Benth.).

B. Sträucher: *Rubus rigidus* Smith, *Catha edulis* Forsk.

C. Kletterpflanzen: *Cissus cymosa* Schum. et Thonn., *Rhoicissus erythrodes* Planch.

D. Stauden: *Clematis Stanleyi* Hook. f., *Crotalaria cephalotes* Steud., *Indigofera hilaris* Eckl. et Zeyh., *Lessertia stipulata* G. Baker, *Vigna vexillata* Benth., *V. marginata* Benth., *Dolichos stipulosus* Welw. var. *Randii* G. Bak., *Rhynchosia minima* DC., *R. resinosa* Bak., *R. antennulifera* G. Bak., *Eriosema oblongum* Benth., *E. insigne* O. Hoffm. »vel affinis« (ist nach der Beschreibung das von Dr. Harms aufgestellte *Eriosema Engleri*, welches von *E. insigne* O. Hoffm., das Hr. G. Baker nur aus der Diagnose kennt, auch verschieden ist), *Monsonia Burkeana* Planch, *Polygala hottentottum* Presl, *Monotes africana* DC. var. *glabra* Oliv., *Hibiscus micranthus* L. forma *macranthus*, *Triumfetta Mastersii* Bak. f., *Hermannia depressa* N. E. Brown, *Melhania Randii* G. Baker, *Tryphostemma apetalum* var. *serratum* Bak. f., *Nesaea triflora* H. B. Kunth, *Diplolophium zambesiacum* Hiern, *Ipomoea simplex* var. *obtusisepala* Rendle, *Buchnera Randii* S. Moore, *Sesamum calycinum* Welw.

E. Wasserpflanzen: *Limnophila gratioloides* R. Br.

Auf der Fahrt von Salisbury nach Umtali hatte ich Gelegenheit, den Charakter der Flora des Maschonalandes noch weiter kennen zu lernen. Bis Marandellas steigt die Bahn bis zu 1850^{m} auf; hier sehen wir noch *Musa ensete* in Cultur. Auf dem Wege dorthin sieht man wieder viel *Brachystegia spiciformis* Benth., die durch ihr massenhaftes Vorkommen und die herrliche bunte Frühlingsfärbung des Laubes sehr viel zur Charakteristik der Landschaft beiträgt; sie wächst, wie auch die ebenfalls häufige *Berlinia Eminii*, namentlich an Hängen, während auf Hochebenen *Parinarium mobola* Oliv. oft dichte Bestände bildet, welche mit solchen von *Uapaca Kirkiana* abwechseln; aber es kommen auch diese Arten gemischt vor und mit ihnen die beiden *Protea*, welche ich oben (S. 889) erwähnt habe. Halbstrauchsteppen finden sich auch hier, wie bei Salisbury, mit besonders viel *Syzygium huillense*, *Parinarium capense*, *Trichodesma physaloides* u. s. w. und auch einer *Brunsvigia*, deren kopfgrosse Zwiebeln über den Boden hervorragen und kugelige, scheindoldige Blüthenstände mit kirschrothen Blüthen, später Fruchtstände von 5–6^{dm} Durchmesser entwickeln, welche losgelöst, vom Wind, meist

in der Richtung von Ost nach West, über die kahle Steppe hinweg getrieben werden. Auf sanften, wiesenartigen Senkungen sehen wir viel *Wahlenbergia Zeyheri* Eckl. et Zeyh. und *Lobelia decipiens* Sond. sowie *Nesaea Stuhlmannii* Koehne und die Composite *Denekia capensis* Thunb. mit *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. var. *Thunbergii* (P. Beauv.) Hack. und den Cyperaceen *Ascolepis capensis* (Kunth) Ridley.

Hinter Marandellas senkt sich die Bahn und man fährt lange zwischen ausgedehnten Beständen der vorher genannten Bäume; hier und da sehen wir aber auch zwischen Granitblöcken eine *Cussonia*, krüppelige Exemplare von *Syzygium cordatum* Hochst., eine *Acacia* vom Habitus der *A. spirocarpa* Hochst. und Kandelabereuphorbien, in Felsritzen Stämmchen von *Barbacenia*. Bei Mascheke sammelte ich an der Bahn im Sand *Corrigiola littoralis* L. und constatirte eine ziemlich starke Verbreitung des auch hierher gelangten *Erigeron canadensis* L. Noch einmal kam ich durch offene Halbstrauchsteppe mit *Syzygium huillense*, bevor ich Rusapi erreichte und sammelte noch *Tricholaena rosea* Nees, *Rhynchosia monophylla* Schlechtdl., *Euphorbia ericoides* Lam., die Tiliacee *Triumfetta Welwitschii* Mast., die Turneracee *Wormskioldia longipedunculata* Mast., die Passifloracee *Tryphostemma apetalum* Bak. var. *serratum* Bak. f., eine *Astrochlaena* (Convolvulac.). Auch fanden sich hier der schon von Salisbury her bekannte lachsfarbene *Gladiolus*, *Nidorella hirta* DC., *Senecio latifolius* DC. (*bupleuroides* DC.) und *Withania somnifera* (L.) Dunal. An feuchten Stellen kommt mit der blaublühenden Composite *Denekia* viel *Nephrodium thelypteris* vor und an Bächen sieht man auch eine *Salix*, die ich aber nicht sammeln konnte. An Abhängen von 1300^m traten neben einer der *Brachystegia Goetzii* Harms nahestehenden Art von etwa 8^m Höhe, welche ich weit über Umtali hinaus bis nach Gondola beobachten konnte, die Proteacee *Faurea saligna* Harvey und die Stämmchen bildende Umbellifere *Peucedanum araliaceum* (Hochst.) Benth. et Hook. f. auf.

Um Umtali (etwa 1200^m ü. M.) befinden wir uns in einem reich coupirten Hochland, das nach Süden und Westen von bedeutenden Anhöhen umgeben ist, die noch mehrfach dichte Bestände von niedrigem Trockenwald tragen, während die näherliegenden, stark zertrümmerten Kuppen nur mit lichtem Buschgehölz versehen sind.

Der häufigste Baum ist hier auf sandigem Boden die schon von Salisbury an viel gesehene *Brachystegia spiciformis* Benth., ausserdem sind ziemlich zahlreich *Uapaca Kirkii* Müll. Arg., *Ficus Maschonae* Warb. als 10^m hoher Baum, seltener dagegen *Terminalia trichopoda* Diels und *Syzygium guineense* (W.) DC., welche sich auch zu gleicher Stattlichkeit wie der genannte *Ficus* entwickeln; hin und wieder sieht man auch *Ficus lutea* Vahl mit breiten Kronen und über 12^m hoch.

Dagegen giebt es eine grosse Anzahl mittelgrosser Bäume, welche wie die beiden ersten selten über 6^m Höhe hinausgehen: *Faurea usambarensis* Engl., *Acacia horrida* Willd., *Dalbergia Dekindtiana* Harms, bisher aus Benguella bekannt, die Simarubacee *Kirkia acuminata* Oliv., die Polygalacee *Securidaca longipedunculata* Fres. var. *parvifolia* Oliv., die Anacardiacee *Lannea discolor* (Sond.) Engl., die neue *Bersama maschonensis* Gürke (Melianthacee), die weit verbreitete *Terminalia sericea* Burch. und *Vitex Gürkeana* Engl. mit fünffingerigen, unterseits stark filzhaarigen Blättern. Sehr vereinzelt sind auch hier die kleinen 2–3^m hohen Bäumchen von *Peucedanum araliaceum* (Hochst.) Benth. et Hook. f. Nur strauchig sind folgende: die hier ziemlich selten vorkommende *Protea maschonica* Engl., die Capparidacee *Maerua maschonica* Gilg, die weitverbreitete *Gardenia Thunbergii* L. f., die Malvacee *Thespesia Garckeana* F. Hoffm., die nur 1^m–1^{m}5 hohe, durch schöne dunkel orangerothe Blüthen ausgezeichnete, von mir auch noch einige Meilen oberhalb Beira gesehene *Bauhinia Galpini* N. E. Br. Zwischen Geröll findet sich die schon mehrfach erwähnte *Elephanthorrhiza Burchellii* Benth., und an Bächen kommt häufiger *Cassia Petersiana* Bolle vor.

In den Gehölzen finden sich zerstreut mehrere Gräser und Stauden; es konnten folgende festgestellt werden: *Elionurus argenteus* Nees (40^{cm} bis 50^{cm} hoch), *Andropogon filipendulus* Hochst., *Eragrostis Chapelieri* (Kunth) Nees, *Thesium multiramulosum* Pilger, mehrere Leguminosen, wie *Argyrolobium* (aff. *collinum* Eckl. et Zeyh.), *Alysicarpus rugosus* DC., *Eriosema cajanoides* Hook. f., *Vigna vexillata* Benth., *V. Buchneri* Harms vel spec. aff., die silbergraue *Rhynchosia orthodanum* Benth., die Labiaten *Hoslundia verticillata* Vahl und *Plectranthus floribundus* N. E. Br., die Rubiacee *Fadogia tetraquetra* K. Krause, die Compositen *Eupatorium africanum* Oliv. et Hiern, *Schistostephium artemisiifolium* Bak. und *Inula glomerata* Oliv. et Hiern, alle drei 1^m hoch und das niedrigere *Helichrysum cymosum* Less.

Steppen und feuchte Grasfluren um Umtali.

Zwischen den Hügeln sind kleinere und grössere Grassteppen entwickelt, auf denen eine grössere Mannigfaltigkeit von Stauden angetroffen wird. Ausser den schon vorher erwähnten Gräsern finden wir hier noch *Eragrostis chalcantha* Trin., stellenweise Trupps von Orchideen, so 1^m hohe *Lissochilus milanjianus* Rendle mit grossen Blüthen, deren Tepalen aussen gelb und innen dunkel rothbraun sind, sowie den kleineren *Lissochilus microceras* Rchb. fil. mit gelbbraunen Blüthen, ziemlich häufig ferner *Eulophia clitellifer* Bolus, welche auch in Natal vorkommt, selten dagegen die durch stark gefranste, weisse Blüthen ausgezeichnete *Holothrix grandiflora* Rchb. f. Ziemlich

häufig ist ein *Gladiolus* mit kleinen rothen Blüthen. Die dikotylen Stauden sind wieder vorzugsweise Leguminosen, nämlich ausser den schon erwähnten: *Indigofera hilaris* Eckl. et Zeyh. (nur 20–30^{cm} hoch), *Eriosema* spec., *Rhynchosia* aff. *Buchananii* Harms, *Listia heterophylla* E. Mey (niederliegend). Von Labiaten finden wir noch *Ocimum bracteosum* Benth. und *Leucas milanjiana* Gürke. Ziemlich häufig ist die aufrechte Convolvulacee *Astrochlaena* mit ansehnlichen rosafarbenen Blüthen, und an mehr entblössten Stellen der Steppe sehen wir die 20–40^{cm} hohe Passifloracee *Tryphostemma apetalum* Bak. f. var. *serratum* sowie die mit niederliegenden Zweigen versehene Pedaliacee *Pretrea zanquebarica* (Thunb.) J. Gay, deren dornige Früchte sich oft unangenehm bemerkbar machen. Überall zerstreut findet sich auch *Lantana salviifolia* Jacq., ziemlich selten die nur 15^{cm} hohe *Asclepias Engleri* Schlecht. mit hellbraunen Blüthen; dagegen sind ziemlich häufig *Vernonia Kraussii* Sch. Bip. und *Nidorella microcephala* Steetz (letztere 1^{m} hoch).

In den Grassteppen der Hügel sieht man auch hin und wieder den Ebenaceen-Strauch *Royena villosa* L. mit zierlichen weissen Blüthen, sowie *Asparagus africanus* Lam.

In feuchten Senkungen findet sich fast immer das durch seine kätzchenähnlichen Blüthenstände auffallende Gras *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *Thunbergii* Hack mit *Wahlenbergia Zeyheri* Eckl. et Zeyh., während in Sümpfen *Nephrodium thelypteris* Sw. massenhaft auftritt; an solchen Stellen treffen wir auch die Lythracee *Nesaea floribunda* Sond. und einige Cyperaceen, wie *Cyperus globosus* (Rchb.) Bckl. und *Kyllingia Buchananii* C. B. Clarke.

Kleiner Schluchtenwald bei Umtali.

In der Nähe von Umtali findet sich auch eine Schlucht, deren Vegetation etwas üppiger erscheint als die der umliegenden Hügel; ein grosser Reichthum von hygrophilen Arten ist aber auch hier nicht vorhanden. Vor Allem finden wir hier zahlreiche Exemplare der etwas Feuchtigkeit liebenden Myrtacee *Syzygium cordatum* Hochst., dann das mir zuerst von Beira bekannt gewordene *Combretum Bragae* Engl. als 6^{m} hohen Baum, eine *Afzelia* (wahrscheinlich *A. cuanzensis* Oliv. und *Berlinia Eminii* Taub. in 10^{m} hohen Exemplaren. Besonders auffallend sind aber hier 5–6^{m} hohe Bäume der Araliacee *Cussonia spicata* Thunb. mit ihren herrlichen Blattschöpfen und einzelne Candelabereuphorbien (ähnlich der *Euph. Reinhardtii* Volk.). Zwischen den Bäumen sieht man auch einige Lianen, von denen ich sicher *Mikania scandens* (L.) Willd. und *Landolphia Buchananii* (Hallier f.) Stapf in Blüthe con-

statiren konnte. Von kleineren Kletterpflanzen ist namentlich der zierliche, jetzt allgemein als Zimmerzierpflanze eingebürgerte *Asparagus plumosus* Bak. zu nennen. Im Gebüsch kommen vor die etwas über 0.5m hohen *Coleus shirensis* Gürke und die Rubiacee *Borreria dibrachiata* (Oliv.) K. Schum., überragt von der 1.5m erreichenden Acanthacee *Hypoestes aristata* (L.) Soland. und dem 2m hohen *Equisetum ramosissimum* Desf. Am Wasser wächst eine bis 2m hohe *Musa*, neben ihr einige (bis 5m) hohe *Phragmites communis* L. und *Pennisetum Benthamii* Steud. mit einem grossen *Cyperus*, einem *Crinum* und *Nephrodium molle* Desv.

An den trockenen Abhängen der Schlucht findet sich wieder *Elephantorrhiza Burchellii* Benth.; ausserdem treffen wir daselbst die aufrechte, nicht rankende *Clematis Stanleyi* Hook. f. und *Kalanchoë glandulosa* Hochst. var. *rhodesiaca* Bak. f.

Der Abfall des Maschonagebirgslandes bis zur Küstenebene.

Über den Abfall des Maschonagebirgslandes von Umtali zur Ebene kann ich auch noch Einiges sagen, obgleich ich nur durchgefahren bin; aber ich hatte schon einige Übung im Erkennen der besonders charakteristischen Formen und in der Ausnutzung der Haltestellen erlangt. Von Umtali fällt das Gebirge zunächst ziemlich stark gegen Mase-Kessi (Macequece) und die Bahn windet sich in Schluchten zwischen Hügeln hin, welche meilenweit mit *Brachystegia spiciformis* Benth. und *B. Goetzeana* Harms (?) bestanden sind. Hier und da sieht man auch eine Candelabereuphorbie und an den Bächen häufig eine bis 4m hohe *Vernonia* mit lanzettlichen Blättern sowie eine *Sesbania*, stellenweise auch eine wilde *Musa*. Unterhalb Mase-Kessi ist das Gelände zunächst meist eben und mit gelbem Sand bedeckt, während da, wo ein stärkerer Abfall eintritt, mehr Laterit zu sehen ist. Noch immer herrschen die in jugendlichem, röthlichem Laub prangenden *Brachystegia*-Arten. Hier und da sieht man auch zwischen ihnen eine 5–6m hohe Bambusee. Über den Trockenwäldern ragen hier und da abgerundete Granitkuppen hervor, welche mit den höchst charakteristischen, bis 1m hohen, von Blattfaserresten bedeckten *Barbacenia*-Stämmchen bestanden sind. Offene Grassteppen sind fast gar nicht vorhanden. Bei Vanduzi werden zwar die Brachystegien etwas sparsamer, häufiger dagegen *Strychnos* und *Bauhinia reticulata*; vielfach sieht man auch Trupps von 3m hohen *Leonotis* mit ziegelrothen Blüthen. Auf offenem Laterit treten wieder Halbstrauchsteppen auf, in denen wie bei Salisbury *Thunbergia glaberrima* Lindau und *Wormskioldia longipedunculata* Masters sowie *Pretrea zanquebarica* häufig sind. Die schmalblättrige *Brachystegia*, welche wahrscheinlich mit *B. Goetzii* Harms iden-

tisch ist, bildet zwar nicht mehr so dichten Trockenwald wie in grösserer Höhe, aber sie ist immer noch als Bestandtheil lichter Baumsteppe bis Mandegos und Gondola anzutreffen, also bis zu einer Höhe von 400^m ü. M. In den lichteren Gehölzen sieht man jetzt auch mehrfach Bäumchen der Bignoniacee *Stereospermum* spec., *Bauhinia reticulata* und *Combretum microphyllum* Klotzsch mit leuchtend rothen Blüthen, am Boden viel *Cycnium adonense* E. Mey. mit grossen, weissen Blüthen, die niederliegende gelbblühende *Bauhinia fassoglensis* Kotschy, die Rubiacee *Oldenlandia caffra* Eckl. et Zeyh. und *Andropogon rufus* Kunth. An anderen Stellen tritt wieder *Parinarium mobola* Oliv. noch häufig auf, *Dombeya rotundifolia*, einzelne *Acacia* und einzelne Bäume einer *Macaranga* (Euphorbiae). Auch bemerkte ich an feuchten Plätzen wieder das riesige *Pennisetum Benthamii* DC.

Unterhalb Gondola gegen Amatongas kommt man durch Schluchten, in denen man wohl gern zu Studienzwecken länger verweilen möchte und welche des genaueren Studiums werth sind. Sie enthalten dichten immergrünen Regenwald von hohen Bäumen mit viel Lianen und Kletterpflanzen, von denen ich jetzt nur *Smilax Kraussiana* Meisn. zu erkennen vermochte, auch mit viel grossen Stauden. Nach den Aussagen von Bahnbeamten soll sich dieser Wald an den Bächen bis in die Ebene erstrecken.

Bei Amatongas tritt man wieder in den Trockenwald von *Brachystegia* ein, in dem aber auch Büsche eines 6–8^m hohen Bambusgrases bemerkt werden; ferner sehen wir viel *Anona senegalensis* Pers.

Hinter Inchope am Abfall der Hügel ist das Brachystegiengehölz schon sehr licht, und der Charakter der Gehölze ändert sich wesentlich bei Silion-Hills, von wo bis zu der nur 3–4^m ü. M. gelegenen Station Bamboo Creek ein bis 3^m hohes *Combretum* aus der Section *Glabripetalae* massenhaft auftritt; obgleich die Bäumchen jetzt keine Blüthen und Früchte tragen, so glaube ich sie doch als Vertreter einer neuen Art, welche durch die grossen glänzenden, in dreigliedrigen Quirlen stehenden Blätter charakterisirt ist, ansprechen zu müssen.

Die Küstenebene bis Beira.

Bei der erwähnten Hauptstation Bamboo Creek herrscht nicht Bambus, wie 100^m höher und auch weiter gegen die Küste, sondern Grassteppe, die in lichte Baumsteppe übergeht. In letzterer finden sich häufig *Zizyphus mucronatus* Willd. und der 3–5^m hohe Apocynaceenbaum *Diplorhynchus mossambicensis* Benth. mit hellen gelbgrünen Blättern und holzigen Balgfrüchten, welche geflügelte Samen enthalten. Hier sammelte ich auch *Cissus cornifolia* (Bak.) Planch. und die Com-

positen *Epaltes gariepiana* (DC.) Steetz, *Vernonia glabra* (Steetz) Vatke und *Vernonia natalensis* Sch. Bip., welche ganz besonders häufig auftritt. Weiterhin werden *Bauhinia reticulata*, *Anona senegalensis* und *Pterocarpus erinaceus* häufig, der oft eine Höhe von 12^m erreicht. Ebenso ist häufig ein *Vitex*, welcher dem von mir bei Umtali gefundenen ähnlich sieht, jedenfalls auch fünffingerige Blätter besitzt. Von Stauden fallen ganz besonders die zahlreichen $50-60^{cm}$ hohen Stöcke einer Convolvulacee, *Astrochlaena*, mit lilafarbenen Blüthen auf. Man fährt nur noch einige Stunden durch die weite, höchst ungesunde Ebene, bevor man nach Beira gelangt. Zunächst sehen wir in einiger Entfernung von der Bahn den Pungwe-Fluss, an welchem dichter Uferwald mit mehreren grossen *Ficus* und viel Schlingpflanzen entwickelt ist. Einzelne der grossen *Ficus* mit hellgrauer Rinde und grossen herzförmigen Blättern finden sich auch noch in grösseren Abständen von dem Flussufer zerstreut.

Dann tritt weithin Grassteppe auf schwarzem Marschboden auf, welcher während der Regenzeit unter Wasser steht und daher keine Bäume trägt; nur hier und da sieht man vereinzelte *Hyphaene coriacea* Gaertn. oder kleine Trupps derselben. Ziemlich häufig bemerkt man auch die rothblühende *Cycnium tubulosum* (L.) Engl. und eine *Urginea* von 1^m Höhe mit 20^{cm} langer weisser Traube.

Bei Fontesvilla fährt man über den vorhin schon erwähnten Pungwe; an seinen Ufern sind grosse Bestände von *Phragmites communis* und *Pennisetum Benthamii*. Ferner sehen wir am Ufer massenhaft bis 5^m hohen *Hibiscus tiliaceus* L. mit grossen gelben Blüthen; auch eine *Gardenia* ist häufig und zahlreiche Schlingpflanzen durchwuchern das Gebiet.

Bei Inyati beginnt eine schwache Erhebung, welche wahrscheinlich eine alte Düne darstellt und dichten immergrünen Wald trägt, der als immergrüner Küstenwald zu bezeichnen ist. Vielfach sieht man $15-20^m$ hohe Bäume dicht zusammengedrängt, durchschlungen von zahlreichen Lianen und besetzt mit zahlreichen Eiphyten, auch einen reichen Niederwuchs von Schatten liebenden Stauden. Gegen die Küste hin geht der Wald allmählich in Parklandschaft mit etwas niedrigeren Bäumen über und hinter Dondo werden die Lichtungen der Parklandschaft immer weiter, bis dann in der darauf folgenden Marsch nur noch einzelne Buschinseln mit Niederlassungen von Eingeborenen zerstreut auftreten. Diese über die Marsch hervorragenden Buschinseln verdanken ihren Ursprung alten Termitenbauten.

Im Wald von Inyati konnte ich während des Fahrens nur constatiren, dass daselbst viele grosse *Ficus* vorhanden sind, welche ebenso wie andere hohe Bäume (ich glaube auch *Anthocleista* erkannt zu haben)

mit dichten Büschen epiphytischer Orchideen besetzt sind. Ferner ist bemerkenswerth ein 6–7^m hohes Bambusgras.

Der üppige Niederwuchs des Waldes ist reich an Beständen von *Aframomum* spec. In den Lichtungen an der Bahn fällt besonders auf das Auftreten einzelner Bäume, welche ich in grösserer Menge, 1200^m höher, um Umtali gesammelt habe, der *Uapaca Kirkii*, des schon vorher erwähnten *Vitex*, der *Bauhinia Galpini* und der von *Brachystegia* (*Goetzei* Harms?). Häufig sind auch eine *Oncoba* (wahrscheinlich *O. Kirkii* Oliv.) und *Flagellaria indica* L. Auf den Parkwiesen ist besonders häufig das hohe *Cycnium tubulosum* (L.) Engl. In Sümpfen kommen hier nach den Sammlungen Schlechter's *Kaempferia rosea* Schweinf. und *Honckenya ficifolia* Willd. vor.

Dr. Schlechter hat in dieser Gegend (bei der 25 Miles Station) gesammelt, aber leider kein Material von den dort vorkommenden Bäumen mitbringen können; ein Theil seiner Ausbeute ist auch noch nicht bearbeitet. Immerhin mögen die von ihm hier aufgefundenen Arten, so weit sie bestimmt sind, aufgezählt werden.

Sträucher: *Bauhinia reticulata* L., *Gymnosporia* aff. *buxifoliae* (Sond.) Szysz., *Synaptolepis pachyphylla* Gilg, *Clerodendron stenanthum* Klotzsch, *Plectronia hispida* (Kl.) K. Schum.

Stauden und andere Kräuter: *Cassia tora* L., *Desmodium Dregeanum* Benth., *Phyllanthus capillaris* Schum. et Thonn., *Ph. maderaspatensis* L., *Gnidia Schlechteri* Gilg, *Gomphocarpus fruticosus* (L.) R. Br., *Stathmostelma Welwitschii* N. E. Brown et Rendle, *Ceropegia mossambicensis* Schlecht., *Buechnera hispida* Hamilt., *Torenia parviflora* Hamilt., *Thunbergia Buchmannii* Lindau, *Diodia breviseta* Benth., *Oldenlandia decumbens* Hochst.

Wie schon oben gesagt, herrscht hinter Dondo die Marsch, über welche nur einzelne Buschinseln hervorragen, und bei Beira selbst sieht man nur sandige, vegetationsarme Flächen und Mangrove.

Fragen wir uns, welchem der bekannten Florengebiete Afrikas sich die besprochenen Theile von Transvaal und Rhodesia anschliessen, so fällt die Beantwortung nicht schwer. Die Erforschung von Englisch- und Deutsch-Ostafrika sowie des nördlichen Rhodesia hat immer mehr die Zusammengehörigkeit dieser Gebiete zu einander, sowie auch zu Angola und Benguela und einem grossen Theil von Deutsch-Südwestafrika ergeben, wie es auch schon längst klar war, dass die Flora von Natal mit der von Mossambik und des Sansibar-Küstengebietes verwandt ist. Kleine Unterschiede treten wohl zwischen einzelnen Unterprovinzen hervor, wenn wir durch die ganze ostafrikanische und südafrikanische Steppenprovinz verbreitete Gattungen monographisch durcharbeiten; wir finden dann, dass in einzelnen oder benachbarten Unterprovinzen gewisse Artengruppen vorherrschen, während ander-

seits einzelne Arten durch mehrere Unterprovinzen hindurchgehen (so namentlich bei *Combretum*). Aus der Aufzählung der von mir beobachteten Pflanzen ergab sich, dass nicht wenige mit solchen, welche Welwitsch in Benguela gesammelt hatte, identisch sind. Anklänge an Natal sind geringer, was sich wohl daraus erklärt, dass wir es hier mit einer Binnenlandsflora zu thun haben, in welcher das capländische und madagassische Florenelement noch viel mehr zurücktritt als in Natal. Der stellenweise in parkartige Baum- und Buschsteppe übergehende Trockenwald sowie diese selbst sind, wie wir gesehen haben, entlang der Magalisberge die am häufigsten auftretenden Formationen, abwechselnd mit Grassteppen in Transvaal und mit Halbstrauchsteppen im Maschonaland. Trockenwald mit laubwerfenden Bäumen finden wir auch im südlichen Angola oder Benguela, das am weitesten in östlicher Richtung an der Nordgrenze von Deutsch-Südwestafrika durch die von Baum geführte, von Prof. Warburg[1] beschriebene Forschungsexpedition des colonialwirthschaftlichen Comités im Gebiet des Kubango, Kuito und Kuando, der Zuflüsse des Sambesi, erforscht wurde. Dieses Gebiet, zwischen 16° und 18° s. Br., liegt dem Aequator näher als die Gegend zwischen Bulawayo und den Victoria-Fällen und ungefähr in gleicher Breite mit dem Maschonaland. Vergleicht man die von mir aufgezählten Gehölze der Trockenwälder mit den von Warburg (a. a. O. S. 465 ff.) angeführten, so findet man recht grosse Übereinstimmung; ich will auf mehrere hinweisen:

Hyphaene ventricosa Kirk, welche am Sambesi unweit der Victoria-Fälle vorkommt, findet sich auch weiter westlich zwischen dem Kuito und Kubango, an diesem und dem mittleren Kunene sowie in Deutsch-Südwestafrika bei Grootfontein.

Albizzia Antunesiana Harms, von mir bei Salisbury gesammelt, findet sich auch in Huilla-Benguela.

Copaifera mopane Kirk, welche wir südlich und nordwestlich von Bulawayo fanden, ist westlich verbreitet bis in's Amboland und in das nördliche Hereroland und tritt auch wieder am Kunene bis etwas nördlich von 16° auf. In der Gesellschaft der Mopane finden sich sowohl bei Bulawayo wie im Amboland hauptsächlich Acacien und Combretaceen.

Berlinia Eminii Taub. in den Wäldern des Maschonalandes entspricht der *Berlinia Baumii* Harms, welche in den Wäldern des Hochlandes von Südangola an den Oberläufen des Kubango und Kuito verbreitet ist.

---

[1] Kunene-Sambesi-Expedition H. Baum 1903.

Burkea africana Hook., welche wir von den Magalisbergen an bei Bulawayo sahen, ist verbreitet am mittleren Kubango und weiter nördlich im Gebiet der *Berlinia Baumii*.

Copaifera coleosperma Benth., welche wir schon südlich von Bulawayo und von hier bis zu den Victoria-Fällen antrafen, ist im Grenzgebiet von Deutsch-Südwestafrika und Südangola am Kubango westwärts bis über den Kuando hinaus anzutreffen. *Brachystegia spiciformis* Benth., welche im gebirgigen Maschonaland so häufig ist, findet sich auch in den Houtboschwäldern oder den Wäldern von *Berlinia Baumii* an den Oberläufen des Kubango und Kuito.

Baikiea plurijuga Harms, welche ich im sogenannten Teakwald im Gebiet des Guay sammelte, findet sich auch in den trockenen Mischwäldern im Flussgebiet des Kuango und Kuito.

Pterocarpus erinaceus Poir., der im Maschonaland häufig ist, findet sich auch in Angola und Benguela, während im südlichen Benguela *Pt. Antunesii* (Taub.) Harms vorkommt.

Dalbergia Dekindtiana Harms, die ich im Maschonaland um Umtali nachwies, ist uns zuerst aus Benguela bekannt geworden.

Terminalia sericea Burch., die wir von Transvaal bis Maschonaland constatiren konnten, ist auch häufig im südlichen Angola und Deutsch-Südwestafrika.

Combretum imberbe Wawra, das ich bei den Victoria-Fällen fand, ist verbreitet am linken Ufer des Kubango in Südangola und findet sich auch in Deutsch-Südwestafrika. Zahlreiche andere *Combretum* und *Terminalia* herrschen in den Trockenwäldern Rhodesias und Angolas.

Parinarium mobola Oliv., das wir theils in Baumsteppen eingesprengt, theils eigene Bestände bildend von Bulawayo bis Salisbury und darüber hinaus beobachtet haben, findet sich auch viel im Grenzgebiet des südlichen Angola und des nördlichen Deutsch-Südwestafrika.

Faurea saligna Harv., welche wir von den Magalisbergen an bis nach den Victoria-Fällen häufig auftreten sahen, ist verbreitet im südlichen Angola und an den oberen Zuflüssen des Sambesi.

Faurea speciosa Welw., welche ich im Maschonaland nur zerstreut fand, tritt ebenso wie dort, auch im Gebiet des oberen Kubango im südlichen Angola auf.

Syzygium cordatum Hochst., welches ich bei den Victoria-Fällen auch ausserhalb des Regenwaldes antraf, findet sich in Benguela nicht selten am Fuss von Bergen, wo etwas feuchter Untergrund sich darbietet.

Es sind ferner mehrere Arten zu nennen, welche in den Baum- und Buschsteppen Ostafrikas, bisweilen auch der trockeneren Theile

Westafrikas verbreitet sind und sowohl in den von mir besuchten Theilen Rhodesias wie im südlichen Angola und im nördlichen Theil von Deutsch-Südwestafrika an der Zusammensetzung der Baum- und Buschsteppen sowie der Trockenwälder Antheil nehmen, z. B. *Ximenia americana* L., welche im Süden in die *X. caffra* Sond. übergeht, *Acacia horrida* Willd., *Dichrostachys nutans* Benth., *Bauhinia reticulata* DC. und *B. fassoglensis* Kotschy, *Mundulea suberosa* (DC.) Benth., *Securidaca longipedunculata* Fres., *Antidesma venosum* Tul., *Zizyphus mucronatus* Willd., *Gymnosporia senegalensis* (Lam.) Loes., *Adansonia digitata* L., *Tarchonanthus camphoratus* L. An feuchteren Stellen vorkommende Arten von solcher Verbreitung sind folgende besonders in's Auge fallende: *Phoenix reclinata* Jacq., *Syzygium guineense* (W.) DC., *Sesbania pubescens* DC., *Aeschynomene cristata* Vatke, *Myrica aethiopica* L.

Sodann giebt es natürlich mehrere für das südliche und tropische Afrika besonders charakteristische Gattungen von Holzgewächsen, von denen sich correspondirende Arten im südlichen Rhodesia und Angola finden; z. B. *Protea*, *Kirkia*, *Sphedamnocarpus*, *Ochna*, *Heeria*, *Rhus*, *Dombeya*, *Royena*, *Euclea*, *Strychnos*, *Diplorrhynchus*. Diesen schliessen sich zahlreiche Gattungen mit krautigen Arten an, auf die ich aber nicht näher eingehe.

Dagegen verdient jetzt noch eine eingehendere Besprechung eine Formation, welche wir im Maschonaland kennen gelernt haben, die Halbstrauchsteppe, die schon bei oberflächlicher Besichtigung durch die vielen verschiedenen, zwischen abgebrannten Grasbüscheln entfernt stehenden Halbsträucher und Stauden mit oft zahlreichen und auffallenden Blüthen Eindruck macht, bei näherer Untersuchung der sie zusammensetzenden Formen zu entwicklungsgeschichtlichen Betrachtungen anregt. Diese Formation liegt immer ziemlich hoch, zwischen 1200^m und 1400^m ü. M., und entwickelt sich auf lateritartigem Boden, der stellenweise in sandige Flächen übergeht. Dass in ihr halbstrauchige Formen neben Stauden und Büschelgräsern auftreten, kann uns nicht sehr überraschen; denn wir finden halbstrauchige Formen überall vom Capland bis nach Rhodesia und einzelne auch in den offenen Formationen des äquatorialen Afrika. Auffallend ist aber, dass so viele der Halbsträucher zu Gattungen gehören, deren Arten wir sonst mehr oder weniger kräftigen baum- und strauchartigen Wuchs annehmen sehen. Eine ähnliche, aber keineswegs gleiche Flora tragen die Sandflächen in dem $1200-1500^m$ ü. M. gelegenen Hochland, welchem die Zuflüsse des Kunene, Kubango und Kuando entspringen; dort sind die Sandflächen besonders reich an zwei Apocynaceen, welche wegen des in ihren Rhizomen enthaltenen Kautschuks als »Wurzelkautschukpflanzen« bekannt sind, der brauchbare *Carpodinus chylorrhizus* K. Schum. und die

unbrauchbare *Landolphia Henriqueziana* (K. Schum.) Hallier f.; andere zeichnen sich aus durch das häufige Vorkommen von niedrigen Proteaceen, welche sich aber auch im trockenen Bergwald finden, und streckenweise herrscht das niedrige, halbstrauchige *Dichapetalum venenatum* Engl. et Gilg, welches mit dem in Transvaal verbreiteten und schon mehrfach erwähnten *D. cymosum* (Hook.) Engl. nahe verwandt ist. Im südlichen Angola kommen ferner zahlreiche Halbsträucher an sandigen Flussufern in der Region des Houtboschwaldes, d. h. des artenarmen Gebirgstrockenwaldes, sowie auch in Lichtungen und am Rande desselben vor; es scheint aber aus den Schilderungen der Baum-schen Expedition nicht hervorzugehen, dass ähnlich wie im Maschonaland weite Lateritflächen fast nur von Gras und den eigenartigen Halbsträuchern bedeckt sind. Zunächst möchte ich die beiden Ländern gemeinsamen Arten hervorheben. Das besonders auffällige *Syzygium huillense* (Hiern) Engl. kommt auch in Benguela und am linken Ufer des Kuebe vor; *Parinarium capense* Harvey ist in Südangola seltener als im Maschonaland, *Gnidia Kraussiana* Meisn. scheint in beiden Ländern gleich verbreitet zu sein, und *Vigna Buchneri* Harms, welche auf Steppen um Malandsche von Buchner entdeckt wurde, finden wir im Maschonaland häufig; ebenso ist beiden Ländern *Triumfetta Welwitschii* Masters gemeinsam; *Anona senegalensis* Pers., von welcher im Maschonaland und Matabeleland sich die zwergige Varietät *rhodesiaca* Engl. et Diels abgezweigt hat, hat im Grenzgebiet von Deutsch-Südwestafrika sich zu einer anderen zwergigen Form *subsessilifolia* Engl. entwickelt, welche ebenfalls ihre Blüthen dicht über dem Erdboden hervorbringt; *Zizyphus jujuba* Lam. var. *nanus* Engl. (s. oben S. 890), eine bis nur 3^{dm} Höhe blühende Pflanze des Maschonalandes, findet ihren Vorläufer zu diesem extremen Nanismus in *Z. jujuba* var. *aequilaterifolius* Engl., welcher am Oberlauf des Chitanda in Südangola $0^{m}5-1^{m}$ hoch wird. Das so auffallende in feuerrothen Blüthen und karminrothen grossen Früchten prangende *Combretum Oatesii* Rolfe, welches für die Halbstrauchsteppen des Maschonalandes besonders charakteristisch ist, fehlt im südlichen Angola; dafür kommen aber dort drei andere zwergige Arten vor. Ebenso finden sich in beiden Gebieten niedrige halbstrauchige Arten von *Hermannia* und der Rubiaceen-Gattung *Fadogia*. Es ist wohl selbstverständlich, dass ich bei meinem kurzen Aufenthalt die Vegetation der Halbstrauchsteppen des Maschonalandes nicht vollständig kennen gelernt habe und daher ein erschöpfender Vergleich seiner Flora mit der von Süd-Angola nicht durchgeführt werden kann; aber ich möchte doch noch hervorheben, von welchen sonst in Baumform auftretenden Gattungen Zwergsträucher im südlichen Angola beobachtet worden sind. So von der

Anacardiaceen-Gattung *Heeria* zwei endemische Arten, während ich nur in der Dolomitsteppe bei Ottoshop in Transvaal *H. paniculosa* (E. Mey.) O. Ktze. in Zwergform auftreten sah. Von der sonst baumförmig oder als Liane entwickelten Gattung *Entada* findet sich am Kubungu im Grenzgebiet von Deutsch-Südwestafrika die 80^{cm} hohe *Entada nana* Harms, von *Erythrina* im Quellengebiet des Chitanda, Zuflusses des Kunene, die nur 30–40^{cm} hohe *Erythrina Baumii* Harms, ebenda die halbstrauchige Euphorbiacee *Sapium suffruticosum* Pax. Hier kommt auch die halbstrauchige, nur 15–20^{cm} hohe *Grewia brevicaulis* K. Schum. und ein wenig südlicher, am oberen Kubango die niedrige *Grewia perennans* K. Schum. vor. Die Gattung *Ochna*, welche auch in den nördlichen Nyassa-Hochländern zur Halbstrauchbildung neigt, ist auch durch einen Zwergstrauch, *O. Hoepfneri* Engl. et Gilg, am Chitanda vertreten. Von Flacourtiaceen ist *Oncoba longipes* Gilg am Kubango oberhalb des Kueio halbstrauchig, von Ebenaceen *Euclea Baumii* Gürke am oberen Chitanda, *Maba virgata* Gürke zwischen Kubango und Kuito, von Rubiaceen *Randia brachythamnus* K. Schum.

Fast alle diese Halbsträucher wachsen an Waldrändern oder in Waldlichtungen auf Sandboden; die für die Halbstrauchsteppen des Maschonalandes so charakteristischen Arten *Thunbergia globerrima* Lindau, *Eriosema Engleri* Harms und *Scutellaria Livingstonei* Baker, welche bis zum Nyassa-See vorkommt, scheinen weiter westlich zu fehlen.

Die Halbstrauchformation des Maschonalandes, deren Elemente hier auf Laterit, im Westen auf Sand vorkommen, ist jedenfalls bedingt durch die allgemeinen klimatischen Verhältnisse und ausserdem durch die Höhe des Landes. Bezüglich der ersteren berufe ich mich auf die freilich nur sehr allgemein gehaltenen Angaben von Dr. Rand im Journ. of Botany XXXVI (1898) 142 und einige andere dürftige Angaben.

Das Land erfreut sich nach einem trockenen Winter eines feuchten Sommers, die Regen beginnen Ende October und werden stärker bis Januar oder Februar, dann erfolgt Abnahme derselben bis April. Im April sind die Nächte schon kalt, im Mai und Juni soll nach Dr. Rand in den Nächten bisweilen Frost eintreten, während es am Tage heiss ist. Nach den 1897–1901 angestellten officiellen meteorologischen Beobachtungen, welche in Semler Brown's Guide to South Africa 1904/05 reproducirt sind, betrug die höchste Mitteltemperatur in Bulawayo 34° C, in Salisbury 31°, die niedrigste Mitteltemperatur im Juni und Juli in Bulawayo 7°, in Salisbury 6°, die niedrigste absolute Temperatur 1°3.

Nach den bis jetzt noch sehr dürftigen meteorologischen Beobachtungen, welche Dr. Frauenberger in seinen Studien über die jähr-

lichen Niederschlagsmengen des afrikanischen Continents (Petermann's Mittheilungen 52. Bd. [1906], S. 82) citirt, wurden innerhalb weniger Jahre (beigesetzt in Klammern) folgende Jahresmittel constatirt:

Bulawayo	$1489^{\text{m}}.6$	(5)	Regenfall	600^{mm}
Salisbury	1560.0	(6)	»	874 » (meist Gewitterregen)
Marandella's	1866.6	(2)	»	1138 »
Umtali	1140.0	($3\frac{2}{3}$)	»	1018 »

Über das südliche Angola liegen nur ganz dürftige Angaben vor, soweit sie sich aus dem Reisebericht Baum's über die Kunene-Sambesi-Expedition ergeben haben. Hier dauert die mit Ost-, Süd- und Nordostwinden verbundene Regenperiode von October bis April, spätestens bis Mai, in dem um die Mündung des Kutsi in den Kunene (16° s. Br.) nur an 4 Tagen eine Minimaltemperatur über 10° C beobachtet wurde, während die Maximaltemperaturen im Juni auf etwa 27° C stiegen, in den Monaten August bis September an verschiedenen Localitäten zwischen 27 und 35° C schwankten. In dem Hochland, dem der Kunene und Kubango entspringen, in einer Höhe von $1200-1450^{\text{m}}$, sank vom 11. bis 19. Juni 1900 die Temperatur bis einige Grad unter 0.

So unzureichend diese Angaben auch für exacte meteorologische Vergleiche auch sein mögen, so lassen sie doch erkennen, dass in Südangola und im westlichen Maschonaland ziemlich ähnliche Verhältnisse herrschen, auf welche die Ähnlichkeit der Flora zurückzuführen ist. Im Maschonahochland und im Matabelehochland wie auch im mittleren Transvaal haben wir ein ausgesprochenes Winterxerophyten-Klima[1], das Steppen und Trockenwälder bedingt. Auf den Hochebenen mit festem Boden, der auch nach dem temporär auftretenden Regen und nach Nachts erfolgender Befeuchtung durch Thau von der Sonne rasch wieder getrocknet wird, entwickeln sich nur Büschelgräser, Zwiebelgewächse, Stauden und Halbsträucher, welche auch durch ihren meist kräftigen Grundstock der Vernichtung durch die alljährlichen Steppenbrände entgehen. Succulenten sind hier weniger vorhanden als in der Karroo-Steppe und als in den ostafrikanischen Succulentensteppen, weil hier im Sommer doch erheblich mehr Regen fällt, als in jenen Gebieten. Zwischen den Steinen der Kopjes und an den Abhängen der Hügel, wo der Boden mehr gelockert ist, treten Bäume und grössere Sträucher auf, welche meist laubwerfend und klein- oder mittelspreitig sind, häufig auch stärkere Haarbekleidung an den Blättern zeigen. Ihre Artenzahl ist gering und wir sehen

[1] Man kann die Steppenpflanzen der südlichen Hemisphäre sehr gut als Winterxerophyten den Steppenpflanzen der nördlichen Hemisphäre, welche Sommerxerophyten sind, gegenüberstellen.

daher einzelne, wie die *Berlinia*, *Brachystegia*, *Parinarium*, *Uapaca* grössere Bestände bilden. Es findet hier ebenso wie in den Hochgebirgen der nördlich gemässigten Zone aus den Gehölzen der Voralpenregion eine Auslese der in den oberen Regionen noch gedeihenden Arten statt. Diese Bestände sind besonders dicht an den Ostabhängen, welche die vom Passat aus dem Indischen Ocean herbeigeführten Wolken condensiren. Die Baumvegetation wird reicher in tieferen Lagen, so, wenn man von dem 1489^{m} hoch gelegenen Bulawayo in den Pseudo-Teakwald des Guay River zwischen 1100^{m} und 1000^{m} und nach den Victoria-Fällen um 950^{m} gelangt; sie trägt aber auch dort, die wenigen angeführten Ausnahmen abgerechnet, den Stempel der längeren winterlichen Trockenheit. Wie bei vielen Pflanzen der ostafrikanischen Steppe sieht man auch hier sowohl Stauden wie Sträucher und Bäume im Frühjahr (Mitte September, also zu der Zeit, als ich dort war) vor Eintritt des Regens und vor der vollen Entfaltung der Blätter blühen; es genügt die stärkere Erwärmung in den Frühjahrsmonaten, um die in den Rhizomen und Zwiebeln, den mehr oder weniger über die Erde tretenden Grundstöcken der Halbsträucher oder die in den Stämmen enthaltenen Wassermengen in Bewegung zu setzen und den schon vorher angelegten Blüthenknospen zuzuführen. Dr. Rand's Beobachtung, dass da, wo das Gras abgebrannt oder gemäht ist, die Stauden oder Halbsträucher ihre Blüthen rascher entwickeln, kann ich bestätigen, und ich halte auch seine Erklärung, dass unter diesen Verhältnissen die Sonnenstrahlen leichter an die Pflanzen gelangen und der Thau sich mehr auf dem Boden condensirt, für zutreffend.

Zum Schluss erwähne ich noch mit dem Ausdruck des Dankes, dass bei der Bestimmung der von mir gesammelten Arten mehrere Herren vom botanischen Museum, Prof. Hieronymus, Prof. Dr. Gürke, Prof. Dr. Lindau, Prof. Dr. Gilg, Prof. Dr. Diels, Prof. Dr. Dammer, Dr. Pilger und Dr. Krause, ferner die HH. Prof. Dr. Pax, Prof. Dr. Warburg, Prof. Dr. Kränzlin, Prof. Dr. O. Hoffmann, Prof. Dr. Harms, Prof. Dr. Koehne, Dr. Schlechter, Dr. Hallier f. und Hr. Hauptmann von Seemen, soweit es ihnen besonders vertraute Familien betraf, behülflich gewesen sind; etwa die Hälfte der aufgeführten Arten habe ich selbst bestimmt.

Zur Entwicklungsgeschichte niederer Haie.

Notizen über Vorkommen im Mittelmeer, Taxonomie, Eier und Eihüllen dieser Fische.

Von Prof. H. Braus
in Heidelberg.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer.)

Der erste, welcher sich Embryonen von *Heptanchus* und *Hexanchus* aus dem Mittelmeer zu verschaffen versuchte, war Joh. Müller[1], auf dessen Veranlassung hin der Zoologe Peters 1½ Jahre lang in Nizza Haiembryonen sammelte. War auch hierin das Glück jenen Sammlungen nicht hold, so waren sie doch im allgemeinen reichhaltiger an Formen als je eine andere. So wurde außer vielen anderen Spezies z. B. damals bereits *Spinax niger* in verschiedenen Stadien der Entwicklung und reicher Zahl von Föten erbeutet (a. a. O. S. 53), ein Hai, welchen später P. Döderlein[2] für eine Seltenheit bei Sizilien und im Mittelmeer überhaupt hielt und dessen Entwicklungsstadien A. Dohrn[2] in Neapel vergeblich zu erlangen suchte.

Der erste, welcher tatsächlich *Heptanchus*-Embryonen sammelte, war C. Gegenbaur (1852/53 in Messina). Er erhielt einige Föten von 11—12 cm Länge[3], welche noch im Heidelberger Anatomischen Institut aufbewahrt werden, und außerdem ältere Embryonen vieler anderer Spezies. Von diesen Funden ausgehend, begann ich selbst in Messina meine Bemühungen, embryonales Material niederer Haie zu sammeln (1899) und suchte speziell die eigentlichen Fangstätten an der Nordostküste Siziliens auf.

---

[1] J. Müller, Über den glatten Hai des Aristoteles und über die Verschiedenheiten unter den Haifischen und Rochen in der Entwicklung des Eies. Berlin 1842, S. 29.

[2] P. Döderlein, Manuale ittiologico del Mediterraneo. Palermo 1881, S. 97. A. Dohrn, Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers. Nr. 18: Die Occipitalsomite bei verschiedenen Selachierembryonen. Mitt. der Zoolog. Station Neapel Bd. 15, 1901, S. 4.

[3] C. Gegenbaur, Das Kopfskelett der Selachier. Leipzig 1872, Taf. XXI, Fig. 5 und 6 und »Über das Archipterygium«. Jenaische Zeitschrift, Bd. 7, Jena 1873.

Inzwischen hat die Zoologische Station zu Neapel nicht nur Embryonen von *Heptanchus*, sondern auch solche der meisten anderen im Mittelmeer lebenden Spezies der wissenschaftlichen Untersuchung zugeführt[1], nachdem bis dahin die in Neapel angebahnten, methodologisch grundlegenden Arbeiten über Haientwicklung[2] fast ausschließlich die Trias *Pristiurus*, *Scyllium* und *Torpedo* zur Basis gehabt hatten.

Meine Sammlungen wurden in den Jahren 1899—1905, besonders auf zwei Reisen (im Frühjahr 1902 und im Winter 1904/05), angestellt. Es gelang mir, mehrere tausend Haie zu erbeuten und insgesamt 575 Embryonen von solchen zu konservieren. Unter diesem Material befinden sich von primitiven Haien Notidaniden- und Spinacidenembryonen; von ersteren solche von *Heptanchus*, von letzteren solche von *Centrophorus granulosus*, *Scymnus lichia*, *Spinax niger* und *Acanthias Blainvillii*. Von *Hexanchus* erhielt ich wenigstens reife Eier, welche wegen ihrer Größe und Zahl von besonderem Interesse sind. Im übrigen besteht mein Material aus im Mittelmeer gemeinen Arten (*Pristiurus*, *Scyllium*, *Mustelus*, *Rhina*, *Torpedo*).

Der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, welche meine Reisen mit 4000 Mark unterstützte, bin ich zu besonderem Dank für diese reiche Beihilfe und das mir gewährte Vertrauen verpflichtet, und danke ferner allen[3], welche mich auf meinem Arbeitsgebiet selbst mit Rat und Tat unterstützten.

1. Über das Vorkommen niederer Haie im Mittelmeer. Fischereigeräte und -methoden.

Die meisten der Haie, um welche es sich hier handelt, kommen in den Tiefen des Atlantischen Ozeans vor; einer von ihnen (*Centrophorus*) ist durch die neueren Meeresuntersuchungen geradezu als Proto-

---

[1] S. Lo Bianco, Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del Golfo di Napoli. Mitt. der Zool. Station Neapel Bd. 13, 1899.

[2] Vgl. hierzu z. B. St. von Apathy, Die Mikrotechnik der tierischen Morphologie Bd. I, 1896, S. 102.

[3] Einige Kaufleute, welche auf der Insel Lipari in- und ausländische Bimssteinfirmen vertreten, unterstützten meine Unternehmungen aufs werktätigste und schufen mir auf den allem Komfort des Verkehrs entrückten Inseln ein Heim. Ich nenne besonders meine Freunde in Canneto, einen Landsmann aus Dresden, Hrn. Franz Dietrich und Hrn. Armando Neri aus Livorno. Auch auf dem Konsulat in Messina bei Hrn. Ed. Jakob und bei den HH. Prof. Ficalbi und Mingazzini, den Direktoren des Zoologischen Instituts dortselbst, fand ich stets Rat und Hilfe, namentlich anfangs, als ich deren am meisten bedurfte.

typ der atlantischen Fischfauna nachgewiesen worden.[1] Im Mittelmeer gibt es aber bestimmte tiefere Bassins, welche offenbar allein die für jene Atlantisbewohner günstigen hydrographischen Bedingungen bieten. Sei es, daß sie durch gelegentliche Einwanderungen von der Atlantis her, sei es, daß sie als Relikte aus früheren Epochen jene Haie beherbergen, jedenfalls sind Notidaniden und niedere Spinaciden nur hier heimisch und, falls sie an untieferen Stellen gefunden werden, dorthin gelegentlich in einzelnen Exemplaren verschlagen. Das Vorkommen im Mittelmeer ermöglicht aber eine viel bequemere Methode der Fischerei als auf dem Ozean in größerer Entfernung von den Küsten, und erklärt es, daß die Berufsfischerei mit relativ primitiven Mitteln, besonders an Fahrzeugen, diese Spezies erbeutet und auf den Markt bringt.

Es geht die 1000-Meter-Linie ziemlich dicht an die französische Südküste heran (und dies erklärt wohl den Reichtum des Nizzaer Marktes an unseren Fischen), bleibt aber von der italienischen Westküste ziemlich weit entfernt, besonders von der Tiefe der Buchten und den dort geschützt liegenden größeren Ortschaften und Städten (Fig. 1). Bei Neapel ist infolgedessen auch diese Art der Fischerei erst außerhalb des Golfes, jenseits von Capri und Ischia, möglich und deshalb durch die weite Anfahrt für die in der Nähe der Stadt wohnenden Fischer erschwert. Eine besondere Stellung nimmt die sizilische Nordküste ein und an dieser der Liparische oder Äolische Inselarchipel. Hier ist nicht nur die 1000-Meter-Linie der Küste der Hauptinsel benachbarter als derjenigen des Festlandes (mit Ausnahme von Kalabrien, welches an manchen Punkten ähnliche hydrographische Küstenabfälle besitzt), sondern es besteht eine durch die Meeresströmungen in dem Kanal von Messina bedingte Hin- und Herverschiebung des Fischbestandes der tyrrhenischen und ionischen Tiefe. Beide (in Fig. 1 durch Tüpfelung hervorgehoben) sind diejenigen Bassins, welche die eigentlichen Standorte der Tiefseehaie sind, von welchen sie, wie allenthalben bei Meerestieren der Tiefe beobachtet ist, mit Vorliebe an den benachbarten Bänken in die Höhe steigen. Züge und Wanderungen der von ihnen gejagten Fische mögen dabei die primäre Rolle spielen. Es sind gewaltige Ansammlungen von Fischen aller Art in der Nähe der Meerenge von Messina, besonders zur Laichzeit alljährlich zu beobachten, welche nur an diesen Küsten in solcher Menge vorkommen (z. B. Schwertfische, auch *Pelamys sarda*

[1] J. Hjort und C. G. Petersen, Kurze Übersicht über die Resultate der internationalen Fischereiuntersuchungen. Gesamtbericht 1902—1904. Vol. III. des Rapports et Procès-verbaux du Conseil internat. pour l'exploration de la mer. Août 1905, S. 6.

und in gewisser Beziehung der Thunfisch). Auch werden im Hafen von Messina trotz seiner nur geringen Tiefe häufig charakteristische Tiefseeteleostier gefunden (z. B. *Chauliodus*, *Argyropilecus*, *Ichthyococcus* u. a. m.), welche also durch die Strömungen bis in die nächste Nähe des Landes verschleppt werden.

Fig. 1.



Übersichtskarte über die Tiefenverhältnisse des Tyrrhenischen Meeres und seiner Nachbarschaft. Die verschiedenen Tonstufen geben Tiefen zwischen je 1—200, 200—1000, 1000—2000, 2000—3000, 3000—4000 m an.

In einem hydrographisch so günstigen Gebiet erheben sich die liparischen Inseln als Vulkane jäh aus großer Tiefe. Das, was wir von ihnen über der Meeresoberfläche sehen, sind die Gipfel enormer Bergkegel, deren Basis tiefer als 1000 m auf dem Meeresboden steht und welche mit steilen Hängen fast überall direkt von der Spitze zum Fuß abfallen. So sind sie wie Schildwachen der Meerenge von Messina nördlich vorgelagert; alles, was vom tyrrhenischen in das ionische Bassin hinüber und herüber wechselt, muß die engen Kanäle zwischen denselben passieren. Dazu kommt die enorme Zerklüftung des Gesteins

an den unterseeischen Hängen dieser Felseneilande, welche für viele Wassertiere günstigste Schlupfwinkel schafft. Denn so wie die zutage liegenden Teile der Inseln von erstarrten und zerrissenen Lavaströmen überzogen und wild-phantastisch geformt sind, so ist auch unter dem Meeresspiegel der Boden gebildet. Oft hingen an den Angelgeräten meiner Fischer Lavastücke derselben Art wie auf dem Lande, und

Fig. 2.



Übersicht über die Tiefenverhältnisse des Meeres in der Nähe des Äolischen Archipels und des östlichen Teiles der Nordküste von Sizilien. Die Tonstufen für die verschiedenen Tiefen sind ungefähr dieselben wie in Fig. 1. Innerhalb derselben sind die Tiefen von 200, 500, 800, 1400 und 1700 m durch Niveaulinien besonders hervorgehoben. Erklärung der Markierungslinien im Text.

überall ist die Gestaltung des Meeresbodens eine so wechselnde, daß das Lot oder Fischgerät dicht neben Stellen einer geringeren Tiefe in eine weit größere absinkt. Die Seekarten (z. B. Fig. 2) geben freilich keine annähernde Vorstellung von der Mannigfaltigkeit der Bodengestalt am Meeresgrund im einzelnen.

So wirken in diesem Archipel der große Fischreichtum an Tiefseeformen und die günstige Gelegenheit, in der Nähe des Landes denselben ausnutzen zu können, zusammen, um praktische Ergebnisse zu ermöglichen, wie sie kaum anderswo im Mittelmeer zu erzielen

sind.[1] In der Tat stammen auch die auf den Fischmarkt von Messina gelangenden Tiefseeformen, denen derselbe von alters her seine Mannigfaltigkeit und Berühmtheit verdankt, zum allergrößten Teil aus dem Meer unmittelbar am Liparischen Archipel oder zwischen diesem und der Halbinsel von Faro.

Die Äolischen Inseln (Fig. 1 und 2) bilden drei Gruppen. Die eine, nur aus Stromboli bestehend, ist die östlichste. Alicudi und Filicudi sind am westlichsten gelegen. In der Mitte zwischen diesen beiden Gruppen liegt die größte, welche die Hauptinsel des Archipels, Lipari, außerdem Vulcano, Salina sowie einen ganzen Komplex von Inselchen, deren größte Paneria ist, umfaßt. Dadurch daß diese Mittelgruppe ziemlich nahe an einen hornartigen Ausläufer der Kalkgebirge der sizilischen Nordküste, an die Halbinsel von Milazzo heranreicht, hat diese Gruppe und nächst ihr Stromboli die größere kommerzielle Bedeutung und deshalb auch die entwickeltste Fischerei. Alicudi und Filicudi sind zu abgelegen und werden deshalb wenig von Fischern aufgesucht. Es ist eine Eigentümlichkeit der Consofischerei (in Neapel »Palangreso« genannt; s. Lo Bianco, a. a. O. S. 450), daß immer nur gewisse Ortschaften und in diesen bestimmte Fischerfamilien dieselbe betreiben, da die Fertigkeit in der Handhabung des Gerätes bei großen Tiefen nicht leicht zu gewinnen ist, vielmehr in diesen Familien vom Vater auf die Söhne vererbt und dadurch traditionell geworden ist. Besonders gehört die genaueste Kenntnis des Meeresbodens dazu, über welchen diese Leute auf Grund der unausgesetzten Ablotung mit ihren Leinen eine fast ebenso klare Vorstellung haben wie wir vom festen Lande und auf welchem sie sich orientieren, indem sie die betreffende

---

[1] Nach den Aussagen der Fischereibevölkerung und den literarischen Quellen war mein Versuch der erste, eine systematische ichthyologische Sammlung auf diesem Gebiet anzubahnen. Ich beschränkte mich dabei auf den Fang mit Tiefseeleinen und sammelte speziell Haie. In denselben Monaten des Jahres 1902, in welchen ich auf Lipari zu fischen begann, besuchte auch Hr. F. Krupp mit seiner Jacht Puritan die Äolischen Inseln und machte einige explorative Netzzüge in großen Tiefen, welche Hr. Lo Bianco aus Neapel leitete und beschrieben hat. (Salv. Lo Bianco, Le pesche abissali eseguite da F. A. Krupp col Yacht Puritan nel adiacenze di Capri ed in altre località del Mediterraneo. Mitt. der Zool. Station Neapel Bd. 16, 1903/04.) Von Fischen wurden dabei sehr interessante Tiefseeteleostier erbeutet, z. B. der bisher nur aus dem Atlantischen Ozean bekannte *Scopelus affinis*. Diese und namentlich auch die bei Capri gewonnenen Formen der verschiedensten, zum Teil für das Mittelmeer oder überhaupt für die Wissenschaft neuen Tierformen haben uns einen Einblick in den Reichtum dieser Tiefen gewährt und würden uns bei ihrer leider durch den Tod Krupps frühzeitig unterbrochenen Weiterführung unzweifelhaft eine umfassende Kenntnis der Tiefseefauna und ihrer geographischen Beziehungen vermitteln. Für die Ichthyologie speziell wäre allerdings dabei die Verwendung von Tiefseeleinen neben den Netzen eines der wichtigsten Postulate, wie schon die Challenger-Expedition und neuerdings die norwegisch-dänischen wissenschaftlichen Fischereien ergeben haben.

Lokalität nach besonderen Landmarken abvisieren. So fahren diese Fischer über den Spiegel des Meeres mit innerlicher Sehergabe, wie wenn sich ihnen das Relief des Meerbodens durch die Wasserfluten hindurch direkt vor Augen stellte.[1]

Die Lokalitäten, an welchen ich im wesentlichen fischte, sind auf Skizze 2 durch Striche bezeichnet. Die Angaben sind nur approximative, da die Tiefenlinien infolge der Kupiertheit des Meeresbodens auch nur ganz oberflächlich anzeigen, wie der Grund gestaltet ist. Bei dem beständigen Wechsel der Tiefe habe ich keinen Wert darauf gelegt, den Boden besonders abzuloten, sondern mich auf wenige Kontrollen beschränkt und mich im allgemeinen auf die Angaben der Fischer verlassen, da ich diese in den kontrollierten Fällen hinreichend genau fand. Die Standorte der verschiedenen Tiefseehaie sind nun — außer einigen allgemeiner verbreiteten Formen — in unserem Gebiet eng begrenzte. *Hexanchus griseus* M. u. H. wird z. B. bloß in der nächsten Nähe der Äolischen Inseln gefischt (an den mit ausgezogenen schwarzen Linien angegebenen Fundorten in Fig. 2) und kommt weiter südöstlich, in der Nähe von Faro, nicht vor. Umgekehrt ist *Heptanchus cinereus* M. u. H. an letzterer Lokalität häufig (punktierte Linie, Fig. 2), dagegen bei Lipari ganz unbekannt. *Centrophorus granulosus* M. u. H. ist ein anderes typisches Beispiel für die enge Begrenzung des Standortes, welche in diesem Fall aber nur die geschlechtsreifen Tiere, besonders die graviden Weibchen, betrifft. Junge, unausgewachsene Exemplare beider Geschlechter kann man überall im Mittelmeer und auch zwischen den Liparischen Inseln leicht bekommen. Embryonen und namentlich junge Stadien erhielt ich aber ausschließlich von einer Lokalität östlich von Milazzo, etwa in der Höhe vom Kap Rasocolmo (Richtung auf das Kap Vaticano zu, durch Kreuze in Fig. 2 angegeben). Hier liegen große Mengen ausgewachsener Tiere auf dem Meeresgrund, von denen meine Fischer einmal 56 Stück auf einmal fingen, und immer sicher waren, ein oder zwei Dutzend zu bekommen. Die besten Fundorte für *Acanthias Blainvillii* Risso befinden sich an

[1] Im Äolischen Archipel sind es Fischer aus Milazzo, welche am kühnsten und erfolgreichsten ihr Gewerbe betreiben, und unter ihnen repräsentiert Vincenzo Cappone, ein fast 80jähriger Mann, mit seinen Söhnen, Enkeln und weiteren Verwandten das erfahrenste Geschlecht. Ich verdanke diesen treuen Menschen die meisten meiner Funde. Die Liparoten selbst verstehen sich nicht auf Tiefseefischerei. So kommt es, daß die von Milazzo aus bequemer erreichbaren Lokalitäten stärker befischt werden als die abgelegeneren. Zwischen Messina und Kalabrien und in der Richtung auf Stromboli liegt die Fischerei wesentlich in den Händen einiger Familien aus Faro. Leider sind die Faroten durch die Ausbeutung seitens der benachbarten Städter und durch die häufige Berührung mit landesunkundigen Gelehrten nicht so unverdorben wie die Milazzesen und deshalb für wissenschaftliche Zwecke schwieriger zu brauchen.

den mit gestrichelten Linien (Fig. 2) angegebenen Stellen. Unreife Tiere kommen auch bei diesem *Spinaciden* allenthalben in unserem Gebiet verstreut vor. Am verbreitetsten und an sämtlichen angegebenen Lokalitäten wurden Exemplare von *Spinax niger* Bonap., *Scymnus lichia* Cuv. und *Pristiurus melanostomus* gefunden, und zwar junge und reife Exemplare in derselben Verbreitung. Die Scyllien, *Musteli*, *Rhinae* und *Rajae* kommen im seichteren Wasser in der Nähe der beschriebenen Küsten allenthalben vor, die *Torpedines* nur bei Faro an untiefen Stellen. Diese Seichtwassertiere erhielt ich nur gelegentlich, da die Tiefseefischerei meine Zeit ganz in Anspruch nahm.

Andere Tiefseehaie, wie *Echinorhinus*, *Centrina*, sind große Seltenheiten und wurden nur je einmal in nicht graviden Exemplaren von mir bei Faro erbeutet.

Interessant ist das Gerät (Consoleinen, Palangreso), mit welchem diese Fischerei betrieben wird. Eigentümlicherweise ist es fast bis in alle Einzelheiten identisch mit Geräten, welche an weit entfernten Lokalitäten unseres Erdballes (z. B. in Norwegen, Japan[1]) zu demselben Zweck benutzt werden. Es besteht aus einer Langleine, welche mehrere Kilometer weit reicht (bis zu 8 km bei meinen Fischern) und so auf den Meeresboden versenkt wird, daß sie ihrer ganzen Länge nach auf demselben in gerader, gelegentlich in gewundener oder sogar kreisförmiger Richtung ruht.

Die Haken, welche an dieser mit kleinen Seilchen in Abständen befestigt sind[2], haben die Größe der gewöhnlichen Dorschangeln; diejenigen für *Hexanchus* sind jedoch bedeutend größer und gleichen den Haken, an welchen unsere Fleischer in ihren Auslagen die größten

---

[1] Über die norwegische Fischerei bin ich aus eigener Erfahrung (auf Askö bei Bergen und bei Dröbak im Christianiafjord) orientiert. Die japanische Fischerei dieser Art (Daboleine) schildert sehr anschaulich F. Doflein in seinem Buch: »Ostasienfahrt, Erlebnisse und Beobachtungen eines Naturforschers in China, Japan und Ceylon.« Leipzig und Berlin 1906, S. 234 ff.

[2] Wegen Details s. E. Sicher, I pesci e la pesca nel compartimento di Catania con due noti sui generi Laemargus e Maena. Atti Accademia Gioenia Catania 1898, S. 9 und bei Lo Bianco, a. a. O. 1899, S. 450.

Es wäre zweifellos mit der Consoleine mehr zu erreichen, wenn dieselbe mit Hilfe eines Dampfers gehandhabt würde. Leider scheiterten meine Versuche, einen solchen für meine Zwecke zu erhalten. Ich konnte deshalb auch Consoleinen, welche ich mir von der Firma Felten & Guilleaume in Mülheim a. Rh. aus Stahlseilchen hatte herstellen lassen, bis jetzt nicht erproben, da dieselben mit der Dampfwinde aufgezogen werden müssen. Dagegen bewährte sich ein nach dem Muster norwegischer Laemargusfischer hergestelltes Gerät aus Stahlleinen, welches auch von der Barke aus gehandhabt werden kann. Vgl. »Haakjaerringfisket i Finmarken« in Norsk Fiskeritidende 1887, 2. Heft. Ich verdanke die Vorlagen für dieses Gerät und manchen anderen wertvollen Hinweis in fischtechnischen Fragen meinem Freunde Dr. Hjort, Vorsteher der norwegischen wissenschaftlichen Staatsfischereiuntersuchungen.

Fleischstücke aufhängen. Als Köder für den Hai nimmt man am besten Haifleisch selbst, und zwar je frischer um so besser, im Notfall auch gesalzenes Delphinfleisch (auch gesalzenen Seehundspeck aus Norwegen verwendete ich mit gutem Erfolg). Dabei dienen aber auch die gewöhnlichen kleinen Köderfische, wie Brassen, Sardinen u. dgl., mit welchen an derselben Leine die zahlreichsten Angeln besetzt werden, um die wertvolleren Knochenfische zu fangen, indirekt als Haifischköder, weil die gefangenen und an den Haken zappelnden Teleostier die größeren Räuber besonders herbeilocken. Deshalb wird auch zwischen die großen *Hexanchus*-Angeln immer eine große Anzahl solcher kleiner Angeln eingeschoben. Schließlich nimmt dann der Hai doch das ihm am meisten behagende Stück und bleibt an dem für ihn bestimmten Haken hängen. Gelegentlich verschlingt er aber auch einen bereits gefangenen Fisch und hängt dann, wenn er das Garn nicht zu zerreißen vermag, an der kleinen Angel, im Magen den erstgefangenen Fisch bergend und in letzterem den Köderfisch. Umgekehrt können auch kleine Haie, welche den Köder genommen haben, von großen Knochenfischen, z. B. Aalen, verspeist werden. So holten wir einmal einen großen *Conger vulgaris* herauf, in dessen Magen sich ein ganzer *Pristiurus* befand, welcher seinerseits den Köderfisch, einen *Box vulgaris*, im Magen hatte.

Es ist erstaunlich, was die Fischer auch ohne die modernen Hilfsmittel des Dampfes und Stahlmaterials mit ihren Barken und Geräten erreichen. Allerdings ist die Arbeit eine sehr schwere und dabei gefährliche. Es gehört die ganze Bedürfnislosigkeit und Unerschrockenheit primitiver Menschen dazu, solche Erfolge zu erzielen.

2. Taxonomische Beurteilung der Notidaniden und Spinaciden auf Grund embryonaler Merkmale.

Ehe ich mich den speziellen Funden zuwende, ist es nicht unnötig, nachzuweisen[1], daß unter den zahlreichen Haispezies (der GÜNTHERsche Katalog zählt deren weit über 100 auf) gerade die Notidaniden und Spinaciden eine niedere Stellung einnehmen und deshalb eine besondere Bedeutung unter den im Mittelmeer vorkommenden Arten für morphologische Probleme besitzen. Ich gehe hier nicht auf die vergleichend anatomischen Argumente ein, strebe auch keine Vollständigkeit der Beweisführung an, sondern beschränke mich auf einige embryologische Tatsachen, welche mir besonders eindringlich jene Behauptung zu belegen scheinen.

[1] Vgl. den entgegengesetzten Standpunkt von A. DOHRN a. a. O., 1901, S. 4 u. 25.

Bekanntlich liegt einer der sichersten Nachweise für die primitive Organisation in der embryologisch feststellbaren, stufenweisen Umwandlung eines rudimentären Organes von dem ursprünglich umfänglicheren Zustand an bis zu dem jetzigen reduzierten. In diesen Fällen ist kein Zweifel darüber möglich, welches der Anfang und welches das Ende der historischen Entwicklung ist. Stellen wir mit Rücksicht auf ein solches rudimentäres Organ mehrere Entwicklungsreihen aus der speziellen Embryologie verschiedener verwandter Spezies nebeneinander, so kann sich ergeben, daß bestimmte Arten einen sehr vollkommenen Zustand des jetzt rudimentären Organs beim ersten Sichtbarwerden vor Augen führen, daß bei anderen jedoch erst derjenige Status in der embryonalen Entwicklung zuerst kenntlich wird, welcher bei jenen ersteren der schließliche Endzustand nach Beendigung der fötalen Periode ist. In solchen Fällen haben wir sichere Repräsentanten für die alte und für die neuere Geschichte des fraglichen Organes gefunden und einen zuverlässigen Wertmesser für die Primitivität der betreffenden Tiere.

Die bisherigen Untersuchungen haben bereits solche Fälle bei unseren Selachierembryonen aufgedeckt. Ich beginne mit der Entwicklung des Spritzloches und der äußeren Kiemenfäden. Daß das Spritzloch der Haie eine rudimentäre Kieme sei, wurde denjenigen Untersuchern klar, welche zuerst junge Selachierembryonen genauer untersuchten (Rathke[1]). Denn bei diesen sprossen aus dem nicht runden wie später, sondern mehr spaltartigen und also den echten Kiemenspalten noch ähnlichen Loch gerade solche Kiemenfäden heraus wie aus den folgenden Kiemenspalten. Allerdings ist die Zahl dieser für die Kiemen der Haiembryonen charakteristischen Fäden beim Spritzloch eine beträchtlich geringere, als die Maximalzahlen bei den gewöhnlichen Spalten desselben Fötus betragen. Es entspricht die numerische Reduktion der Verkleinerung der ursprünglichen Kiemenspalte bei ihrer Umwandlung zum Spritzloch; denn ganz allgemein wird die Zahl der Kiemenfäden eine um so größere, je weiter die Visceralspalten sind und je mehr Raum zur Entfaltung solcher Adnexe gegeben ist, während mit der Einengung und Verkleinerung der Spalten auch die Fäden an Zahl zurückgehen. Es ist dies am deutlichsten bei denjenigen Kiemenspalten, welche als solche erhalten bleiben, da von diesen die vorderste (rostralste) am größten und von den folgenden jede um einen geringen Bruchteil kleiner zu sein pflegt als die nächst vorhergehende. So zähle ich bei einem *Pristiurus*-Embryo,

[1] H. Rathke, Beiträge zur Geschichte der Thierwelt 4. Abth. II. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Haifische und Rochen. Neueste Schriften der Naturf. Ges. Danzig, II. Bd., Halle 1827.

dessen äußere Kiemenfäden sich in höchster Entwicklung befinden (Länge des Embryos 3 cm), in der ersten Kiemenspalte 14 Fäden, in der zweiten deren 12, in der dritten 9, in der vierten 8 und in der fünften nur 6 Fäden. Wir besitzen also hier einen Maßstab für die räumliche Einengung dieser Spalten. Bei demselben *Pristiurus*-Embryo hat die Spritzlochkieme 5 Fäden; das Höchstmaß, welches hier bei *Pristiurus* beobachtet wurde, ist 6.[1]

Bereits durch F. S. Leuckart[2], welcher zuerst genauere Zählungen der Kiemenfäden vornahm, war bekannt geworden, daß andere Haifamilien viel größere Zahlen als die genannten und als Rochen, welche Leuckart speziell untersuchte, aufweisen. So beträgt nach ihm bei *Acanthias* die Zahl bei den eigentlichen Kiemenspalten durchschnittlich 15—20 Fäden (Meckel hatte sogar über 30 angegeben, doch wies Leuckart dies als unrichtig nach). Es sind auch in der Tat die Kiemenspalten bei den Spinaciden größer als bei den Scyllien und besonders den Rochen. Ich zählte nun die Spritzlochfäden bei meinen Spinacidenembryonen und fand beispielsweise bei *Centrophorus granulosus* im ausgebildetsten Zustand derselben (Embryo von 7 cm Länge) 13 Fäden, also mehr als die doppelte Zahl gegenüber dem Spritzloch von *Pristiurus*. Nur die größte eigentliche Kiemenspalte dieses Scylliiden, die erste, übertrifft die embryonale Spritzlochkieme von *Centrophorus* um einen Kiemenfaden, während alle übrigen Kiemen von *Pristiurus* sogar weniger Fäden besitzen als das Spritzloch des Spinaciden, die rudimentärste Kieme der überhaupt für den erwachsenen Zustand maßgebenden Organe dieser Art. Hier haben wir den Fall, daß die embryonale Entwicklung der Kiemenfäden bei *Centrophorus* auf der niedrigsten Stufe der Entfaltung (nämlich beim Spritzloch) denselben Zustand repräsentiert, welcher bei *Pristiurus* nur beim höchsten Entfaltungstypus dieser Familie (nämlich an der ersten Kiemenspalte der Embryonen) sichtbar ist.

Viel höhere Zahlen der äußeren Kiemenfäden als die Spinaciden weisen *Heptanchus*-Embryonen an ihren bleibenden Kiemenspalten auf. Bei einem Embryo von 60 mm Länge zähle ich an der ersten Kiemenspalte 39 Fäden, also die doppelte Zahl gegenüber der bei *Acanthias* von Leuckart ermittelten. Die zweite bis fünfte Kiemenspalte des betreffenden *Heptanchus*-Embryo hat je 29 Fäden, die sechste

[1] Das letztere nach Dohrn. Rabl fand bei seinen Zählungen nur 4 (Theorie des Mesoderms 1897, S. 108).

[2] F. S. Leuckart, Untersuchungen über die äußeren Kiemen der Embryonen von Rochen und Hayen. Stuttgart 1836. Schon Rathke (1827 a. a. O.) hatte bereits im allgemeinen darauf hingewiesen, daß aus den Kiementaschen der Rochenembryonen nie so viele Kiemenfäden heraushängen wie bei Haien.

deren 26, und die letzte bleibende Spalte (die siebente) weist noch 18 auf. Selbst in dieser reduziertesten Zahl bei den bleibenden Kiemen befinden sich also *Heptanchus*-Embryonen immer noch auf einer entwickelteren Stufe als die höchste Entfaltung derselben Gebilde bei *Pristiurus*-Embryonen (deren erste Kiemenspalte 14 Fäden besitzt). Doch habe ich dabei zunächst das Spritzloch außer Betracht gelassen. Denn dieses hat bei den Notidaniden Besonderheiten, welche nicht gestatten, die Zahl der Kiemenfäden zum Vergleich heranzuziehen. Letztere sind nur zu fünf oder sechs Stück (erstere Zahl bei einem *Heptanchus*-Embryo von 60 mm, letztere bei einem Embryo von 75 mm) vorhanden. Dies beruht aber nicht wie die entsprechend kleinen Zahlen bei Scylliiden und Rochen auf einer geringen Ausdehnung der embryonalen Spritzlochkieme. Vielmehr ist diese, wie besonders ein Wachsplattenmodell des Kiemendarmes von einem 67 mm langen Embryo sehr deutlich erkennen läßt, ganz beträchtlich. An dem Modell, welches in $33\frac{1}{3}$facher natürlicher Größe hergestellt ist, mißt die Spritzlochkieme von ihrer Anheftung am Kiemendarm bis zum distalsten Ende 10 cm, während die hinterste bleibende Kieme (die siebente) in derselben Richtung nur 5 cm lang ist. Die größte Breite der Spritzlochkieme beträgt 7 cm, diejenige der letzten bleibenden Kieme (siebente Kieme) nur 3 cm an der entsprechenden Stelle. Auch die spezielle Form der Spritzlochkieme stimmt ganz mit derjenigen der dorsalen Hälfte der bleibenden Kiemen überein, z. B. darin, daß ein rostraler und kaudaler Zipfel am obersten Rande sowohl der einen wie der anderen entwickelt ist. Auch läßt sich aufs klarste erkennen, worauf die im Vergleich zu den gewaltigen Mengen der Kiemenfäden an den bleibenden Spalten ganz verschwindende Zahl solcher beim Spritzloch beruht. Es ist die Spritzlochkieme schräg gestellt und berührt infolgedessen, trotz ihrer relativen Größe, nur mit einer kleinen Stelle die Haut. Die Öffnung ist infolgedessen sehr klein. Es wäre aber auch keine andere Stellung für diese Kieme möglich, solange die benachbarten Skeletteile die bei *Heptanchus* vorhandene Topographie einhalten. Das Palatoquadratum selbst (nicht nur der Palatinfortsatz desselben) und das Hyomandibulare sind hier mit echten Gelenken am Schädel befestigt und engen den Platz für die Spritzlochkieme so ein, daß sie nur in schräger Anordnung ihre relative Größe eine Weile einhalten kann. In der späteren Entwicklung geht auch diese verloren, und das Spritzloch wird zum kleinen, bei Notidaniden besonders reduzierten Organ. Bei den meisten übrigen Haien ist dies anders, weil hier das Skelett eine andere Entwicklungsrichtung nimmt. Wenn das Palatoquadratum von vornherein in der Entwicklung keine Verbindung mit dem Schädel ähnlich der von *Heptanchus* hat, wie z. B.

bei Spinaciden[1] und wahrscheinlich bei allen Embryonen pentancher Haie, so fällt das Moment fort, welches in Korrelation mit der Schiefstellung der Spritzlochkieme bei *Heptanchus* eine frühzeitige Reduktion der Spritzlochfäden hervorruft. Es bleiben dann bei jenen Haien infolge von Veränderungen in der Topographie der Umgebung Spritzlochfäden in größerer Zahl erhalten als bei Notidaniden trotz deren relativ gut erhaltener Spritzlochkieme. Das Wesentliche ist, daß bei *Heptanchus* die geringe Zahl der Spritzlochfäden nicht wie bei den Embryonen pentancher Haie auf einer mehr oder weniger starken Reduktion der ganzen Spritzlochkieme, sondern auf einer Lageveränderung dieses umfänglich angelegten Organs beruht. Infolgedessen kommt allerdings die Zahl der Spritzlochfäden bei *Heptanchus* für die taxonomische Bewertung der Haifamilien hier nicht positiv in Betracht; sie ist aber vor allem keine negative Instanz gegen die Vergleiche, welche oben zwischen den bei Spinaciden und Scylliiden ermittelten Zahlen angestellt wurden. Auch wird dadurch nicht der morphologische Wert der Tatsache geschmälert, daß die bleibenden Kiemen des *Heptanchus*-Embryo an Zahl der Kiemenfäden bei weitem die bei Embryonen pentancher Haie an denselben Stellen ermittelten Zahlen übertreffen.[2]

Ich würde rein embryonalen, integumentalen Gebilden, wie den äußeren Kiemenfäden, nicht eine solche taxonomische Bedeutung beimessen, wenn nicht dieselben hier als Maßstab für die Größe der Kiemenspalten in Rechnung gesetzt wären. Also um letztere handelt es sich eigentlich bei den bisherigen Betrachtungen, wie sich besonders auch an der scheinbaren Ausnahme, der Spritzlochkieme von *Heptanchus*, zeigte. Die primitive Natur des Kiemenkorbes bei den mit großen Spalten versehenen Embryonen läßt sich aber auch an den embryologischen Zuständen des Skelettes (Form und Gliederung

[1] Vgl. A. N. Sewertzoff, Die Entwicklung des Selachierschädels, Kupffersche Festschrift 1899; H. Braus, Tatsächliches aus der Entwicklung des Extremitätenskeletts bei den niedersten Formen, zugleich ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Skelettes der Pinnae und der Visceralbogen. Jenaische Denkschriften Bd. XI, 1904; Festschrift für Häckel, Taf. XIII, Fig. 2, Rekonstruktion von *Spinax niger*.

[2] Bei *Heterodontus japonicus* Dum., einem primitiven pentanchen Hai, dessen Embryonen ich Hrn. Kollegen Doflein in München verdanke, zähle ich im Spritzloch sieben Kiemenfäden, in der ersten Kiemenspalte deren 26. Bei den folgenden Kiemenspalten gelang mir bisher die Zählung wegen der Sprödigkeit derselben nicht (Embryo von 5 cm Länge). Die Angaben von Leuckart über höhere Zahlen von Kiemenfäden bei *Carcharias* und *Zygaena* sind so unbestimmt, daß ich ihnen vorerst keine besondere Bedeutung beimessen möchte. Leider fehlt mir von diesen das Material, um selbst Zählungen vorzunehmen. Dieselben sind bei dem Gewirr von Fäden auf dem relativ sehr kleinen Raum technisch nicht ganz leicht und wohl nur mit Hilfe des binokularen Mikroskopes genau zu erzielen.

der inneren Kiemenbogen und deren Radien) nachweisen, einem Organsystem, welches seiner historischen Dauerfähigkeit halber besonderen Wert für taxonomische Zwecke besitzt. Auch ist ein Rudiment eines 8. Kiemenbogens beim Embryo erhalten, welches zwischen den Resten einer 8. und 9. Kiementasche gelegen ist.[1] So vereinigen sich am Visceralapparat eine ganze Reihe von Instanzen, um im gleichen Sinn für die Primitivität der genannten Familien Zeugnis abzulegen.

3. Eier und Eihüllen bei einigen primitiven Haiarten.

(Notizen über die Eier und Embryonen der Notidaniden und Spinaciden.)

Das Ei und die Art der äußeren Begleitumstände seiner Entwicklung zum Fötus ist eine der sinnfälligsten Erscheinungen in der Embryologie aller Tiere und ist bei Haien deshalb besonders interessant, weil hier einmal ganz ungemein schwankende Formen (speciell Größen) von Eiern vorkommen und außerdem die verschiedenste Art der Aufzucht — vivipare und ovipare Haie — nebeneinander existieren. Es seien deshalb hier die kurzen Detailnotizen über das von mir gesammelte Material, welche ich an das vorhergehende anschließen möchte, mit einer Darlegung meiner Beobachtungen über die abgelegten Eier und deren Hüllen verflochten.

Die größten rezenten Wirbeltiereier finden sich unter den Haien. Es klingt das vielleicht unglaublich, da jedem das Straußenei als bekanntestes Paradigma für die angeblich größten jetzt existierenden Eier gegenwärtig ist. Aber dieses mißt inklusive Schale nur 15 : 12 cm. Joh. Müller gab nun bereits an, daß das walzenförmige Ei von *Scymnus*, einem Spinaciden, 4 Zoll lang und 2 Zoll breit sei (ich maß an den Eiern der von mir gesammelten Embryonen der gleichen Spezies 11 cm Länge und 5½ cm Dicke); es ist also bei *Scymnus* das Gelbei allein annähernd so lang wie die Schale des Straußeneies dick ist, in welchem außer dem Dotter noch das Eiweiß Platz hat.

Zu den Haien mit enorm großen Eiern gehören auch die Notidaniden und besonders *Hexanchus*, welchem ich mich zuerst zuwende.

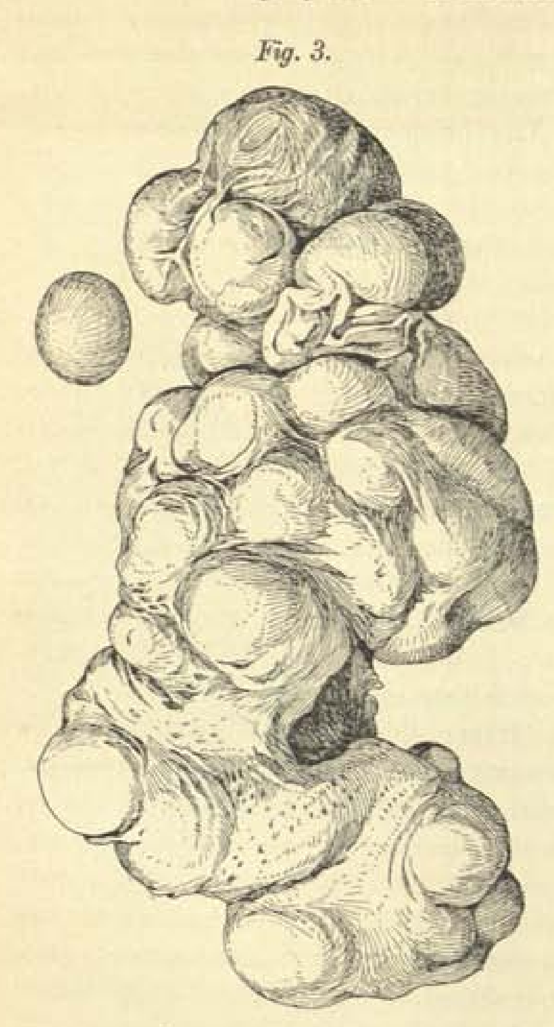
Hexanchus griseus Müll. und Henle hat ein Ovarialei, welches 11 cm lang, 9 cm dick ist und 505 g wiegt. Es ist also in jeder Richtung größer als das Gelbei vom Strauß.[2] Bei einem Tier mit

[1] Vgl. H. Braus, Über den embryonalen Kiemenapparat von *Heptanchus*. Anat. Anz. Bd. 29. Jena 1906.

[2] Von Doflein, 1906, a. a. O. S. 267, 268, wurde wohl das größte bis jetzt bekannte Wirbeltierei, ebenfalls bei einem Hai, aber unbekannter Spezies aus Japan, beschrieben. Der Dotter des großen, fast ausentwickelten Embryos (einer Carchariiden-

reifen Ovarien fand ich mindestens hundert solcher Eier. Das eine Ovarium habe ich ganz konserviert und nach Erhärtung der flüssigen Dottermassen auspräpariert. Es enthielt 53 Eier, alle von der gleichen oder annähernd gleichen Größe. Das ganze Ovar (Fig. 3) hatte eine Länge von einem Meter und eine Dicke von durchschnittlich 30 cm. Der Peritonealüberzug des Ovariums ist durch die prominierenden Eier überall halbkuglig vorgetrieben. Der Eierstock sieht wie bei den meisten Haien traubig aus. Derjenige der anderen Körperseite hatte bei der Herausnahme aus dem Fisch, die leider in meiner Abwesenheit erfolgen mußte, gelitten. Ich fand in demselben noch 36 wohlerkennbare Eier und viele Reste von solchen, so daß ich nicht daran zweifle, daß derselbe eine ähnlich große Zahl von Eiern wie der andersseitige enthalten hat. Die Größe der konservierten Stücke, in welche das Ovarium zerteilt worden war, entspricht auch dem intakten Eierstock.

Fig. 3.



Ovarium von *Hexanchus*.
Links oben ein herauspräparierter Dotter (ohne Hüllen) in derselben Vergrößerung. Nach einer photogr. Aufnahme. 1/8 nat. Größe.

Nach diesem Befund, der leider nur in einem Fall bei einem Tier von beträchtlicher Größe (Länge 4 m 20 cm, Gewicht etwa 400 kg) von mir gewonnen wurde, ist den Angaben der Fischer Glauben zu schenken, daß *Hexanchus* bis zu 100 lebendigen Jungen gebäre. Die reifen Föten

---

art) mißt in der Längsachse 22 cm. Die Querachse ist allerdings beträchtlich kleiner. Hr. Kollege DOFLEIN hatte in diesem Herbst die Gefälligkeit, mir das Originalobjekt zu zeigen. Die Breite beträgt 13—14 cm. Möglicherweise ist die starke Abplattung durch die Konservierung bedingt. Immerhin wird die Größe dieses Gelbeies kaum hinter derjenigen zurückstehen, welche fossile Vögel wie *Diornis* und *Aepyornis* produziert haben, soweit wir dies nach den im Sande von Neuseeland wohl konservierten Schalen dieser Eier abschätzen können.

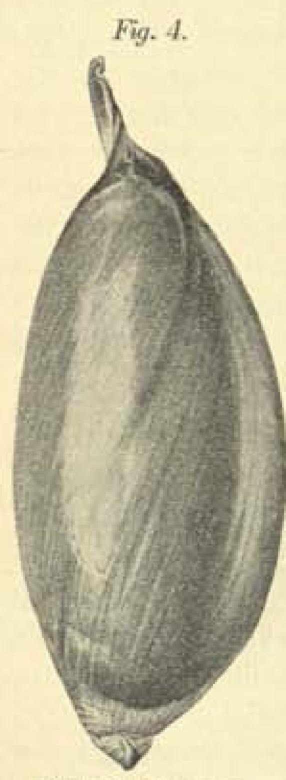
sollen etwa ½ m lang sein. Auch dies erscheint nicht unglaubhaft, da z. B. der *Centrophorus*-Embryo ausgewachsen 43 cm mißt. Leider bekam ich selbst nie Embryonen, obgleich ich im ganzen 51 *Hexanchi* fing, darunter 23 Weibchen. Die Menge ist an bestimmten Lokalitäten, besonders im Winter, so groß, daß einmal von meinen Fischern (Dezember) acht dieser Ungetüme auf einmal erbeutet wurden. Ich setze die Maße hinzu, um eine Vorstellung von der Größe zu geben. Es waren fünf Weibchen zu 4.20, 3.70, 3.40, 2.57, 2.26 m und drei Männchen zu 3.05, 2.80 und 2.55 m. Zusammen repräsentierten sie ein Gewicht von etwa 30 Zentnern. Da sich unter ihnen das Weibchen mit den vollentwickelten Ovarien befand, so kann es nicht zweifelhaft sein, daß auch gravide Tiere mit den betreffenden Geräten gefangen werden können, und in der Tat behaupteten meine Fischer, mehrmals solche erhalten zu haben. Doch sind dies offenbar große Glücksfälle, aus welchen bisher leider nie ein wissenschaftlicher Nutzen gezogen wurde. Ich hoffe, falls ein neuer Fang gelingen sollte, das seltene Material durch die meinen Freunden gegebenen Anweisungen für eine fachmännische Verarbeitung zu retten. Kleine *Hexanchi*, also junge Tiere, sind nicht allzu selten. Ich brachte einen von 1.50 und einen von 1.60 m mit (über ein Drittel dieser Länge kommt auf den Schwanz).

Glücklicher waren meine Bemühungen um embryonales Material von *Heptanchus cinereus* Müll. und Henle. Von diesem sind Embryonen schon durch C. Gegenbaur (s. S. 907) und durch die in Neapel gemachten Funde (G. Ruge und S. Lo Bianco) bekannt; letztere kamen erst durch die Publikation von Lo Bianco (a. a. O.) zu meiner Kenntnis, als ich bereits die ersten Embryonen in Messina erhalten hatte (April 1900). Es waren dies Keimscheiben (mit jungen Keimhöhlen) von 1½ mm Durchmesser. Die Mutter enthielt in jedem Uterus zwei, also im ganzen vier Eier. Zwei weitere Funde betreffen ältere Embryonen, und zwar enthielt ein im November gefangenes Weibchen drei Embryonen (von 9½, 12 und 13 cm Länge), ein im Dezember erbeutetes vier Embryonen (von 11, 11½, 12 und 13 cm Länge). Endlich wurden mir während meiner Anwesenheit in Neapel durch die Gefälligkeit von Hrn. Geheimrat Dohrn drei *Heptanchus*-Embryonen von 6, 6.7 und 7.5 cm Länge überlassen, welche zusammen mit einigen anderen von Hrn. Dr. Lo Bianco noch lebend aus einem Weibchen herausgenommen wurden (November). Einen fast ausgewachsenen *Heptanchus*-Fötus von 26 cm Länge verdanke ich ebenfalls der Zoologischen Station zu Neapel.

Von diesen Embryonen waren nur die jüngsten (Keimscheiben) mit einer Kapsel versehen. Dieselbe ist bei *Heptanchus* zuerst durch

Lo Bianco, welcher sie bei Embryonen von 1 bis $2\frac{1}{2}$ und 5 bis 8 cm beobachtete, beschrieben worden. Bei meinen jungen Eiern (Keimscheiben) sehen dieselben ganz ähnlich aus (Fig. 4). In der sehr feinen braunen Schale mit ihren charakteristischen Enden befindet sich eine, durch Einwirkung von Fixierungsmitteln (Eisessigsublimat) gerinnende Flüssigkeit, welche namentlich an den Spitzen ein festeres Koagulat gibt; in ihr liegt das Ei. Der Eidotter mißt 67 : 35 mm.

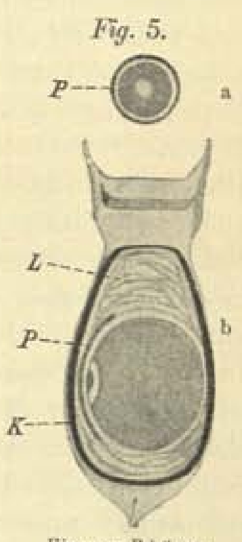
Fig. 4.



Ei von *Heptanchus cinereus* in der Kapsel. Nat. Größe.

Eikapseln sind auch bei den Spinaciden bekannt. Joh. Müller und Leydig haben sie bei den verschiedensten Formen gesehen und haben bereits beschrieben, daß sie sich bei älteren Embryonen während des Verweilens im Mutterleib auflösen. Auffälligerweise kommen also hier, wie bei *Heptanchus*, nur im Anfang des intrauterinen Lebens Hüllen zur Entwicklung, während bei oviparen Haien und Rochen eine Kapsel den Fötus bis zum völligen Schwund des Dottersacks umhüllt und schützt. Es finden sich unter den Hüllenbildungen der vivi- und oviparen Haie ganz heterogenetische Dinge nebeneinander, deren Analyse die Serien von *Spinax*-, *Acanthias*- und *Centrophorus*-Embryonen meiner Sammlung ermöglichte. Bei *Spinax* und *Centrophorus* war das Vorhandensein von besonderen Eihüllen bisher unbekannt.

Fig. 5.



Eier von *Pristiurus*, schematisch.
a) Kleines Ovarialei.
b) Uterusei. Die Kapsel ist aufgeschnitten, Schnittlinie schwarz. Das Ei ist so gedreht, daß die Keimscheibe seitlich liegt. In Wirklichkeit richtet sich dieselbe nach der Befruchtung immer nach oben.
P = Zona pellucida
K = Kapsel
L = Flüssigkeit, in welcher das Ei liegt.

Um eine klare Nomenklatur zu gewinnen, knüpfe ich an die Ausführungen von Rückert[1] über das Ei von *Pristiurus* an. Dieser kleine Hai legt, wie alle Scylliiden, Eier, welche in eine feste hornige Schale eingeschlossen sind. Es ist dies die Eikapsel (Fig. 5 b, K). Dieselbe wird durch das Sekret einer besonderen Drüse in dem unteren

[1] J. Rückert, Die erste Entwicklung des Eies der Elasmobranchier. Festschrift zum 70. Geburtstag C. v. Kupffers. Jena 1899.

Abschnitt der Eileiterdrüse gebildet. Außer dieser lange bekannten Kapsel fand Rückert bei *Pristiurus* aber noch eine »Keimhülle«, welche der Keimscheibe anliegt und in einiger Entfernung von deren Peripherie endet (P). Sie stammt von der Zona pellucida des Ovarialeies ab, wie Rückert nachwies. Während sie anfangs das Ovarialei ganz umhüllt (Fig. 5, a), ist beim Tubenei und innerhalb der Kapsel nur noch ein Rudiment, eben die »Keimhülle«, übrig. Für die Befruchtung ist dieselbe kein Hindernis.

Diese »Keimhülle« ist bei Spinaciden auch vorhanden. Sie ist hier aber beim Tuben- und jungen Uterusei nicht rudimentär und auf die Nachbarschaft des Keimes beschränkt, umhüllt vielmehr den ganzen Dotter. Bei *Centrophorus granulosus* Müll. u. Henle ist dieselbe bei älteren Ovarialeiern außerordentlich dick und deutlich, so daß man sie nicht, wie dies selbst Balfour bei *Scyllium* tat, übersehen könnte. Bei *Spinax niger* Bonap. ist sie bei reifen Ovarialeiern weit dünner als bei *Centrophorus*, aber doch auf Schnitten mit starken Trockenlinsen gut sichtbar. Ich schlage vor, dieser Haut auch beim Tuben- und Uterusei den Namen Zona pellucida zu belassen, zumal da die Durchsichtigkeit der Membran im frischen Zustand bei diesen Eiern sehr charakteristisch ist. Die Bezeichnung »Keimhülle« wäre dann, gemäß der Absicht Rückerts, für solche Pellucidae zu reservieren, welche rudimentär und nur auf die Nachbarschaft der Keimscheibe beschränkt sind.

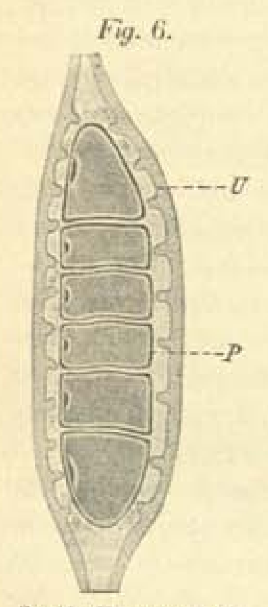
Bei *Spinax* ist die Bedeutung der Pellucida für das fertige Ei leicht zu erkennen. Denn hier kommt außer ihr keine andere Hülle zur Entwicklung. Schon im Ovarium ordnen sich die Eier kurz vor ihrem Übertritt in die Tubenöffnung in einer Reihe hintereinander an und sind nur durch ganz lockeres Ovarialgewebe voneinander getrennt. Es finden sich in jedem Eierstock 5—6 Eier von 2 cm Durchmesser in dieser Weise angeordnet. Ein solches Ovarium sieht auf den ersten Blick ganz ähnlich aus wie ein gravider Uterus, denn indifferentes Ovarialgewebe ist nur an versteckten Stellen vorhanden. Natürlich ist aus der ganzen Topographie der wahre Sachverhalt für den Kundigen sofort zu erkennen.

Treten nun diese zur Größe des Fisches und seiner Organe relativ sehr großen Eier in die Tube ein, so werden die Wandungen der Eileiter und speziell des als Uterus bezeichneten Abschnittes ganz außerordentlich gespannt. Die Eier werden durch den Druck aneinandergepreßt und zu Scheiben abgeplattet (Fig. 6). Dabei sind die Zotten der Uteruswand, welche zur Ernährung des Eies beitragen, in die Pellucida und den Dotter eingedrückt (in der Figur ist schematisch ein größerer Zwischenraum gezeichnet); Eindrücke und feine

Rillen in ihr sind nichts anderes als Abgüsse der Uterinschleimhaut mit deren Zotten.

Nicht immer sind im Uterus fünf oder sechs befruchtete Eier zu finden; es kommen auch vier oder drei Embryonen vor. Gewöhnlich waren aber die größeren Zahlen vorhanden (im ganzen 10, ausnahmsweise sogar 14 Embryonen). Ich stütze mich dabei auf ein Material von 47 trächtigen Weibchen, von welchen ich in Sizilien 18 und früher in Norwegen 29 öffnete. Täuschungen kann man bei älteren, fast fertigen Föten unterliegen, da von diesen oft einige während des Heraufziehens der Leinen aus dem Uterus ausgestoßen werden. Es erfolgt ein solcher Abort gelegentlich noch im Boot der Fischer, wenn die Tiere nicht gleich beim Einholen der Leinen präpariert wurden.

Fig. 6.



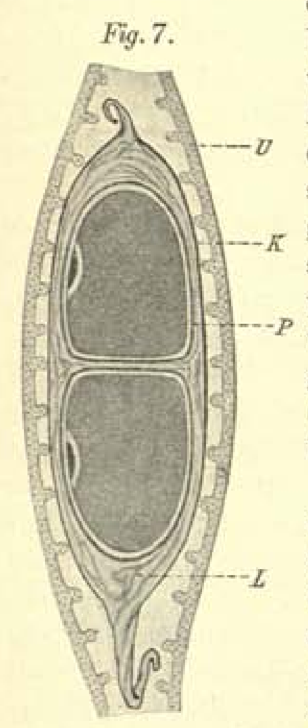
Gravider Uterus von *Spinax niger*, schematisch.
U = Uteruswand mit Zotten der Uterinschleimhaut
P = Zona pellucida.

Die Pellucida ist bei diesen Eiern nur so lange vorhanden, als sie pralle Dotterkugeln besitzen. Sowie sich der Embryo von dem Dotter abhebt und die Dotterkugel schlaffer zu werden beginnt, ist von der dünnen Haut nichts mehr wahrzunehmen. Es ist wohl keine Frage, daß diese Membran das sehr flüssige Ei im Ovarium und vor allem in der Tube und im Uterus vor dem Zerplatzen schützt. Wie empfindlich diese Eier gegen Gewalteinwirkungen sind, erfährt man besonders bei den Eingriffen, welche nötig sind, um die Eier aus dem Uterus herauszupräparieren und der Keimscheiben oder Embryonen habhaft zu werden.[1] Dabei zerfließt der Dotter des vordersten Eies sofort, wenn die Einschnittsöffnung im Uterus zu klein ist, und mischt sich mit den zerfließenden Dottermassen der Nachbareier, welche durch den intrauterinen Druck in schneller Reihenfolge herausgepreßt werden. Die Keimscheiben der jungen, durchsichtigen Embryonen sind dann verloren, denn sie verschwinden in dem zähen Dotterbrei vollständig.

[1] H. Braus, Beiträge zur Entwicklung der Muskulatur und des peripheren Nervensystems der Selachier, Morph. Jahrbuch Bd. 27, 1899, S. 421. Leider hat sich dort unter den Fangnotizen von *Spinax* eine fehlerhafte Angabe von Zahlen über die Geschlechtsverhältnisse eingeschlichen. In Ask z. B. betrug das Geschlechtsverhältnis in Wirklichkeit ♂ : ♀ = 6 : 5. Das Verhältnis 11 : 5 an jener Stelle bezieht sich auf die Gesamtzahl der gefangenen Fische zu den darunter enthaltenen Weibchen. Ich habe meine Originaltabellen Hrn. Punnet zur Verfügung gestellt. Siehe dessen Schrift: Merism and Sex in *Spinax niger*. Biometrika Bd. 3, 1904.

Von dieser Schutzeinrichtung, der Pellucida, besitzen also die Scylliiden nur ein Rudiment, die Keimhülle Rückerts, offenbar weil bei denselben an die Stelle jener vergänglichen Membran eine neue, dauerhaftere, die Eikapsel, getreten ist. Diese Schale ist nun auch bei Spinaciden, allerdings nicht bei *Spinax* selbst, vorhanden. Sie findet sich als eine feine hornartige Schale bei *Acanthias* und *Scymnus* (bei welchen sie bereits von Leydig beschrieben wurde) und bei *Centrophorus*. Sie tritt auf, sobald das Ei den unteren Abschnitt der Eileiterdrüse passiert, und erhält sich im Uterus so lange, wie die äußeren Kiemenfäden voll ausgebildet sind. Ich sah bei *Acanthias Blainvillii* einmal bei Embryonen im Uterus der einen Körperseite die Kapsel noch erhalten; bei solchen auf der anderen Körperseite war sie geschwunden, obgleich die Embryonen beiderseits gleiche Länge (5 cm) hatten. Der Zeitpunkt des Verschwindens ist also offenbar etwas variabel. Die Form der Kapsel (Fig. 7) ist ganz ähnlich derjenigen des *Heptanchus*-Eies (Fig. 4); nur schwankt die Größe je nach dem Inhalt an Eiern (Ein- oder Mehrzahl).

Fig. 7.



Gravider Uterus von *Acanthias Blainvillii*, schematisch. Zeichen wie bei Fig. 5 und 6.

Lo Bianco (1899, a. a. O. S. 538) hat zuerst bei *Acanthias vulgaris* außer der Hornkapsel auch die innere Haut wahrgenommen, welche ich Pellucida nenne. Sie umgibt bei jungen Uteruseiern die einzelnen Dotter gerade so wie bei *Spinax niger*. Ich kann diese Beobachtung für *Acanthias Blainvillii* Risso bestätigen (Fig. 7). Bei etwas älteren Stadien, bei welchen sich der Embryo vom Dotter abhebt, verschwindet die Pellucida und es bleibt nur die Kapsel als alleinige Hülle der Eier übrig. Sie ist dann ein Kokon, dessen Inneres mit einer klaren, aber unter der Einwirkung der Fixierungsmittel gerinnenden Flüssigkeit und frei in dieser liegenden Eiern gefüllt ist. Bei den 28 graviden Exemplaren von *Acanthias Blainvillii*, bei welchen ich selbst die Embryonen entnahm, waren durchschnittlich 2 oder 3 Eier auf jeder Seite vorhanden, zusammen also 4, 5 oder 6 Embryonen bei einer Mutter. Ausnahmsweise fand ich größere Zahlen (bis zu 10) oder geringere. In einem Fall war auf der einen Seite nur 1 Ei vorhanden. Diese Ausnahme bei *Acanthias Blainvillii* ist die Regel bei *Centrophorus granulosus*. Denn bei diesem Hai war in 19 Fällen immer nur 1 Ei in der Kapsel gelegen bzw. ein Embryo vorhanden.

Bei *Scymnus lichia* Cuv. fand ich in 2 Fällen, wie meistens bei *Acanthias*, 2 oder 3 Embryonen in jedem Uterus.

Bei *Acanthias Blainvillii* ergab sich auch ein sehr deutliches Anzeichen dafür, daß gelegentlich der Kokon mit den darin befindlichen Eiern von der Mutter ausgestoßen wird, ähnlich wie dies Lo Bianco für *Heptanchus* annimmt (a. a. O. S. 543). Es war bei einem Tier auf der einen Körperseite eine Kapsel mit 2 Eiern vorhanden, auf der anderen war der Uterus gerade so weit und gedehnt wie auf dieser, aber leer.

Das Ei von *Acanthias* mißt 50:35 mm, dasjenige von *Scymnus lichia* 110:55 mm und dasjenige von *Centrophorus granulosus* 130:60 mm.

Aus allen hier zusammengestellten Daten scheint mir die Entstehungsgeschichte der Hüllen des Selachiereies nicht schwer erschlossen werden zu können. Zum Schutz der Eier im Mutterleib erhält sich die Pellucida bis zum Ende des Ovarialaufenthaltes des Eies und auch noch nach der Überwanderung in den Uterus (Typus: *Spinax niger*). Für große Embryonen und bei entsprechendem Dottervorrat genügt jedoch dieser Schutz nicht. Es wird durch die Drüsentätigkeit des Eileiters eine neue Haut gebildet, in welcher anfänglich das Ei samt der Pellucida eingeschlossen liegt (Typus: *Acanthias*, *Scymnus*, *Centrophorus*). Man wird fragen, warum die Pellucida nicht verstärkt und dadurch derselbe Effekt auf kürzerem Weg erzielt wird. Es wäre möglich, daß die Pellucida nach dem Übertritt des Eies in den Uterus nicht mehr verstärkt werden kann oder darf und daß deshalb neue Mittel vom Organismus in Tätigkeit gesetzt werden. Es kommt hier die Entstehung der Pellucida vom Dotter oder dem Follikelepithel aus in Frage, welche noch Kontroversen unterliegt, und ferner die Art der Imprägnation des Eies. Außerdem aber liegt die durchsichtige, an gelösten Bestandteilen reiche Flüssigkeit innerhalb der Kapsel zwischen letzterer und der Pellucida (Fig. 7, L). Durch sie wird für das Ei eine Einrichtung von der gleichen funktionellen Bedeutung hergestellt, wie sie sich das Ei höherer Wirbeltiere in seinem Amnion selbst schafft. Der Embryo sitzt, nachdem die Pellucida gesprengt ist, in einem kleinen Aquarium, welches ihm freien Spielraum für seine Entfaltung gewährt, dabei von außen auf dem Uterus einwirkende Kräfte gleichmäßig verteilt, deren Schädlichkeit paralysiert und endlich seitens der Zotten aus der Uterusschleimhaut Nahrungsbestandteile für den Embryo empfängt. Die Eileiterdrüse als Produktionsstätte dieser Flüssigkeit scheidet dieselbe natürlich auf die Oberfläche der Pellucida ab und hüllt das Ei samt dieser ein. Dadurch wird es verständlich, warum eine neue Hülle nötig wird, um die Wand des beschriebenen intrauterinen Aquariums

zu bilden. Es handelt sich auch jetzt nicht mehr so sehr um den Schutz des Dotters vor dem Zerfließen wie bei der Pellucida, sondern darum, eine freiere Entfaltungsmöglichkeit für den Embryo zu schaffen und gleichsam die sich beständig verschiebenden Raumverhältnisse zwischen dem an Größe zunehmenden Keim und dem sich verkleinernden Dotter auszugleichen. So bilden sich bei mehreren Eiern nicht Einzelkapseln um jedes, sondern polyembryonale Hüllen, welche der Innenwand des Uterus fest anliegen und durch diese eine weitere funktionelle Verstärkung erfahren.

Es erhebt sich die Frage, ob die Schalenbildung bei oviparen Haien erst von diesen Zuständen bei viviparen Formen ableitbar ist oder ob nicht umgekehrt etwa die Schalen der viviparen Haie nur Rudimente von solchen bei oviparen sind. Hierfür ist der Befund Rückerts von Wichtigkeit, daß das Ei von *Pristiurus* noch einen abortiven Rest der Pellucida, die Keimhülle, besitzt. Hier liegt also der abgeleitete, nicht der ausganggebende Zustand vor. Auch ist es begreiflicher, daß sich die Eikapsel beim ersten Entstehen im Mutterleib unter der Wirkung lebendiger Kräfte und als Reaktion auf diese entwickelte, als daß sie erst für einen zukünftigen Zustand, nämlich für das Leben außerhalb des mütterlichen Organismus und die dort wirksamen Kräfte, bereitgestellt wurde. Ist aber einmal eine Kapsel in utero vorhanden und wird nun beim Übergang vom viviparen zum oviparen Modus ein Ei zum erstenmal früher geboren als sonst, so verstehen wir, daß die Schale eine ganz andere Bedeutung innerhalb des Getriebes von Kräften des Ozeans bekommt als innerhalb des Mutterleibes. Sie wird fortab stärker angelegt, massiver konstruiert und mechanisch den neuen Bedingungen angepaßt, wie sooft bei den Organismen, wenn einmal das Substrat nur in den primitivsten Anfängen vorhanden ist, eine weitere Ausgestaltung leicht zu den mannigfachsten und verwickelsten Endpunkten hinleitet. Dabei könnte wohl ein Prinzip von einer über die Klasse der Fische hinausgehenden Wichtigkeit vorliegen. Schon Rückert hat gefragt, wie die Ähnlichkeit des Dotters bei Selachiern und Vögeln, welche er entdeckte (schichtenweise Anordnung des Dotters, *Latebra*, Panderscher Kern), zu erklären sei, und darauf hingewiesen, daß hier Hinweise auf verwandtschaftliche Beziehungen existieren könnten. Daß es sich bei den fraglichen Merkmalen des Dotters um eine allgemeine Eigenschaft der Selachier handelt, machen auch meine Präparate von *Spinax*-Eiern wahrscheinlich. Die Schichtung ist bei diesen sehr deutlich. Doch genügen meiner Ansicht nach diese Momente nicht, um jetzt schon ein positives Urteil zu formulieren.

Eine befriedigendere Antwort erhalten wir bei unseren Objekten auf die entwicklungsphysiologische Frage, wie sich denn in der individuellen Entwicklungsgeschichte der Haie Ei- und Schalenbildung zueinander verhalten? Hierfür ist das Vorkommen leerer Schalen, sogenannter »Windeier«, bei Selachiern von großer Bedeutung. Dies hat JOH. MÜLLER (a. a. O. S. 34 ff.) bereits erkannt, indem er darauf aufmerksam wurde, daß die Kapseln bei *Mustelus*, welche ein Ei enthalten, mit der fortschreitenden Entwicklung mehr von der Flüssigkeit, in welcher das Ei liegt (»Eiweiß«) aufnehmen und dadurch den Gehalt an diesem Liquor vermehren, daß andererseits Windeier weniger Eiweiß enthalten als jene normalen Kapseln mit Dotter und Embryo. Er sagt dazu: »Das in der Mitte der Windeier befindliche Eiweiß zieht keine Flüssigkeiten an und bleibt so, wie es im Anfang gewesen ist. Die Endosmose, welche den Übergang der Flüssigkeit aus dem Uterus durch die Eischalenhaut bedingt, ist daher keine einfache physikalische, sondern von einem lebendigen Verkehr zwischen dem belebten Dotter, dem Eiweiß und dem Uterus abhängig.« Es bestehen hier ganz ähnliche Beziehungen, wie wir sie heute bei der Aufnahme der Nahrung durch den lebendigen Darm oder bei der Sekretion der Milchdrüse kennen, bei welchen auch nicht die einfachen physikalischen Gesetze der Dialyse wie etwa bei toten Membranen gelten, sondern sehr verwickelte und uns in allen Einzelheiten gänzlich unbekannte funktionelle Beziehungen zu den jeweiligen Bedürfnissen des zu ernährenden Tieres bestehen und die Regulation der Stoffaufnahme oder -abgabe bestimmen.

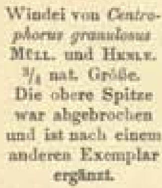
Formative Reize sind auf der anderen Seite seitens des Eies (Ovulation) nicht nötig, um die Bildung der Kapsel in Gang zu bringen. Sonst könnten keine Windeier entstehen, wie RÜCKERT (a. a. O. S. 594) hervorhob, welcher auch bei *Pristiurus* solche beobachtete. Am deutlichsten sind diese Verhältnisse bei *Centrophorus granulosus*, einem Hai, der, wie ich bereits hervorhob, in allen von mir untersuchten Fällen (19) nur einen einzigen Embryo besaß. Ich achtete anfangs nicht besonders darauf, auf welcher Körperseite sich derselbe befand, weil der Uterus rechts und links gleich entwickelt ist und auch zwei Ovarien existieren. Bei manchen Haien und Rochen ist dagegen nur ein entwickelter Uterus (*Trygon*) oder nur ein Ovarium (*Carcharias* usw.) vorhanden. Deshalb war ich sehr überrascht, gerade bei *Centrophorus* zu finden, daß der Embryo immer nur im rechten Uterus steckt (wenigstens in den elf Fällen, in welchen ich besonders darauf achtete). Damit stimmt auch überein, daß ich große, der Reife nahe oder fertige Ovarialeier in weitaus den meisten Fällen (12 mal bei 14 Exemplaren mit solchen Eiern) im rechten Eierstock, und zwar in

Einzahl, antraf. Das rechte Ovarium ist dann enorm vergrößert gegenüber dem linken, speziell an seinem unteren Pol, in welchem das Ei zu liegen pflegt. Es finden sich in dem linken Eierstock auch Eier, welche aber noch in einem jungen Stadium ihrer Entwicklung zugrunde zu gehen pflegen. In 2 Fällen von 14 (s. o.) war ausnahmsweise links ein mittelgroßes bzw. fast fertiges Ei und rechts kein entsprechendes entwickelt. Ob dieses späterhin doch noch atrophiert oder in die rechte Tube übergewandert wäre, läßt sich vorläufig nicht sagen. Es ließ sich weder in den Verhältnissen der Kloake noch der verschiedenen Abschnitte des Uterus links irgend etwas nachweisen, was anatomisch erklären könnte, daß hier kein Ei zur Entwicklung kommt; speziell die Passage für das Ei vom Ostium abdominale tubae in den Uterus ist links ebenso frei wie rechts und ebenso der Zugang für das Sperma von der Kloake zum Uterus. Nur insofern besteht rechts gegen links ein Unterschied, als sich die Wand des rechten Uterus mit dem Ovarium verlötet, während links die gewöhnliche tiefe Nische zwischen dem Mesovarium und dem Aufhängeband der Tube besteht. Diese Vereinigung hat gewiß keine Beziehung zur rechtsseitigen Gravidität, vielleicht aber eine solche zur Überleitung des enormen Eies in den dünnen faltigen Eileiter. Wie schwierig diese Überwanderung zu verstehen ist, zeigt gerade *Centrophorus* am klarsten, denn das Ovarialei wird hier 101:76 mm dick, das Lumen des für beide Tuben gemeinsamen Ostium abdominale mißt aber nur 25 mm, wenn man es ganz in die Breite zieht, die rechte Tube sogar nur 20 mm im größten Durchmesser. Es muß also irgendeine Einrichtung bestehen, um dieses Mißverhältnis durch Dilatation des Ostiums oder durch Umgehung desselben zu beseitigen. Zu letzterem Zweck könnte vielleicht die Verlötung des Ovariums mit dem uterinen Abschnitt der rechten Tube dienen.

Ist also über die eigentliche Ursache der rechtsseitig lokalisierten Gravidität nichts ermittelt, so ergab doch mein Suchen nach den Ursachen, daß links in den Geschlechtswegen dieselben Vorbereitungen getroffen werden, wie wenn eine Gravidität zu erwarten wäre. Denn es findet sich dort ein Windei (Fig. 8). Dasselbe ist an seinem unteren Ende von feiner horniger Beschaffenheit wie die Schale des befruchteten Eies und läuft auch in eine Spitze wie diese aus. Das obere, gegen die Eileiterdrüse zugewendete Ende wird immer feiner und durchsichtiger; es endet schließlich in einer Spitze. Die Totallänge ist 14–15 cm, also etwa dieselbe wie die einer Kapsel mit normalem Einschluß. Auch befindet sich die charakteristische Kapselflüssigkeit (Eiweiß) in den Windeiern, nur in geringerer Quantität als bei typischen Eiern. Bei der Untersuchung frisch gefangener Tiere

fiel es mir in einem Fall auf, daß im linken Uterus eine Kapsel vorhanden war, und getrennt davon in der linken Eileiterdrüse eine zweite, besonders dünne steckte. Ich habe diesen Befund bei meinen konservierten Exemplaren nicht nochmals erheben können, bin vielmehr bei der ungemeinen Zerreißlichkeit des oberen Kapselstückes geneigt zu glauben, daß ich mich damals täuschte und in Ermangelung der nötigen feinen Instrumente und optischen Hilfsmittel das abgerissene obere Ende eines einzigen Windeies für ein separates zweites hielt.

Fig. 8.



Windei von *Centrophorus granulosus* Müll. und Henle. $^{3}/_{4}$ nat. Größe. Die obere Spitze war abgebrochen und ist nach einem anderen Exemplar ergänzt.

Ich untersuchte auf das Vorhandensein von solchen tauben Kapseln 10 ausgewachsene Weibchen (Totallänge 1—1.10 m), welche ich zu diesem Zwecke in toto konserviert hatte, und fand sie in 8 Fällen. In den beiden übrigbleibenden war der linke Uterus sicher ganz leer. Von den 10 Tieren waren alle rechts schwanger oder trugen ein enormes Ovarialei. Die meisten (7) besaßen beides zugleich. Der eine von den beiden Fischen ohne Windei hatte rechts im Uterus einen fast reifen Fötus und gleichzeitig ein fast fertiges Ei im rechten Eierstock; der andere desgleichen, nur hatte er beim Einziehen der Leine abortiert, wie an der Dilatation und dem Zottenreichtum des rechten Uterus zu erkennen war. Aborte sah ich bei *Centrophorus* nur bei fast ausentwickelten Föten, denn ein Zapfen verschließt hier den Müllerschen Gang da, wo er in die Kloake mündet. Da die beiden Weibchen ohne Windeier kurz vor der Geburt standen, war möglicherweise bei ihnen das Windei gerade so frühzeitig ausgestoßen, wie dies bei normalen Früchten vorkommt und wie es auch bei dem einen der beiden Fische der Fall war. Es wäre möglich, daß die Bildung der Windeier mit der Gravidität zeitlich parallel verläuft. Leider habe ich keine ausgewachsenen Nichtgravidae untersucht und kann deshalb nicht sagen, ob bei diesen immer der linke Uterus leer ist.

Bei *Centrophorus* arbeitet also die linke Seite der Geschlechtskanäle (Eileiterdrüse) völlig unabhängig von der Ovulation im linken Ovarium und vom Eintritt eines befruchteten Eies in die Tube gerade so wie die rechte Seite, und das Produkt, die taube Kapsel, ist qualitativ gerade so gebildet (an Länge, Form, horniger Beschaffenheit und Liquor) wie die zur Aufnahme eines befruchteten Eies benutzte Kapsel auf der anderen Körperseite. Nur bleibt das Windei schmächtiger als die typische Kapsel, weil der

Liquor quantitativ in der Entwicklung nicht zunimmt und das Gelbei fehlt. Ob die Bildung der tauben Kapsel durch die Reifung eines rechten Eierstockeies oder die Vorbereitung zur Begattung und Befruchtung formativ beeinflußt wird, entzieht sich meiner Kenntnis.

Es ist dies einer jener deutlichen Fälle, in welchen wir annehmen, daß der phylogenetische Gang ein ganz anderer war, als jetzt die Entwicklung des Einzelindividuums. Wir können uns die historische Entwicklung kaum anders vorstellen, als daß einst das befruchtete Ei, für welches sich eine schützende Hülle nötig erwies, damit den ersten formativen Reiz für die Entstehung dieser Hülle bildete. Später wurden diese Abhängigkeiten gelöst, so daß jetzt die Ausführungsgänge ohne Anstoß seitens des zu schützenden Eies Hüllen zu bilden vermögen. Der Organismus vergibt die einzelnen Rohstoffe, die er zu seinem Betrieb nötig hat, allmählich den Organen zu selbständiger Verarbeitung, um selbst erst die fertigen Teile zum Ganzen zusammenzupassen, ähnlich wie in einem großen Fabrikbetriebe, etwa einer feinmechanischen Werkstätte, alle Teile eines Instrumentes gesondert von selbständigen Abteilungen hergestellt werden und dadurch die größte Vollkommenheit in der Arbeitseinteilung und in der Präzision des Fabrikates erzielt wird. Das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften erhebt sich hier, denn die Organe müssen »merkfähig« sein, um auf diese Weise unabhängig zu werden.

Über die Beziehungen zwischen Wärmeentwicklung und maximaler Arbeit bei kondensierten Systemen.

Von W. NERNST.

(Vorgetragen am 6. December 1906 [s. oben S. 847].)

In einer früheren Arbeit[1] habe ich gezeigt, wie sich durch Einführung einer einfachen und wohl von vornherein nicht unwahrscheinlichen Hypothese das vielbehandelte Problem über die Beziehungen zwischen Wärme und chemischer Energie in einfacher Weise behandeln läßt.

Die erwähnte Hypothese bezog sich auf das Verhalten der maximalen Arbeit A und der Wärmeentwicklung Q in der Nähe des absoluten Nullpunktes der Temperatur für Reaktionen zwischen lauter festen oder flüssigen in reinem Zustande befindlichen Substanzen, d. h. also auf sogenannte »kondensierte Systeme« (in VAN'T HOFFscher Bezeichnungsweise).

In der erwähnten Arbeit habe ich ferner den Nachweis geführt, daß jeder Molekülgattung eine bestimmte Konstante i (»chemische Konstante«) zugeschrieben werden muß und daß die Integrationskonstante J, zu welcher man durch Integration der Reaktionsisochore geführt wird, sich ausdrücken läßt durch die Gleichung

$$J = \Sigma \nu i,$$

wobei die Summation über sämtliche im gasförmigen Systeme vorhandene Molekülgattungen zu nehmen ist, die nicht auch zugleich als Bodenkörper am Gleichgewichte teilnehmen.

Die Bestimmung der Werte von i — und dies scheint mir das wesentlich Neue zu sein — ergibt sich aus den Dampfdruckkurven, indem i mit der Integrationskonstante der thermodynamischen Dampfdruckkurven identisch ist, gleichgültig, in welcher Form die Kondensation der betreffenden Molekülgattung erfolgt; durch Berechnung einer Anzahl von Beispielen konnte ich zeigen, daß sich die betreffenden Gleichgewichte in der Tat aus den Größen i und den betreffenden

[1] Göttinger Nachr. 1906, Heft I.

thermischen Daten ermitteln lassen. Die Zahl derartiger Beispiele hat sich seit Erscheinen meiner erwähnten Arbeit außerordentlich vermehrt; in meinen Vorlesungen, die ich kürzlich an der Yale-Universität gehalten habe (»Silliman lectures«) und die demnächst erscheinen werden, habe ich sowohl die erwähnte Theorie, wie auch die betreffenden Beispiele ausführlich besprochen. Als Ergebnis läßt sich konstatieren, daß auf Grund des vorliegenden sehr zahlreichen Materials wohl von einer befriedigenden Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch gesprochen werden kann.

Im folgenden sei die Theorie in ihrer Anwendung auf kondensierte Systeme noch einmal kurz entwickelt und an einigen weiteren Beispielen erläutert. Derartige Anwendungen haben den Vorteil, daß man die Fundamentalhypothese, weil hierbei die Kenntnis der Werte i entbehrlich ist, in einer mehr unmittelbaren Weise prüfen kann.

Der zweite Wärmesatz liefert für unsern Fall bekanntlich die Beziehung

$$A - Q = T\frac{dA}{dT}. \tag{1}$$

Setzen wir für Q

$$Q = Q_0 + \alpha T + \beta T^2 + \gamma T^3, \tag{2}$$

so finden wir durch Integration

$$A = Q_0 + aT - \alpha T \ln T - \beta T^2 - \frac{\gamma}{2} T^3. \tag{3}$$

Die neue thermodynamische Hypothese, welche ich aufgestellt habe, besagt, daß für kondensierte Systeme Q und A, beide Größen bezogen auf den Druck des gesättigten Dampfes der einzelnen reagierenden Substanzen, beim absoluten Nullpunkt sich tangieren, d. h. es wird

$$\lim \frac{dA}{dT} = \lim \frac{dQ}{dT} \text{ für } T = 0. \tag{4}$$

Oben eingesetzt würde daher folgen

$$\lim \left(a - \alpha \ln T - \alpha - 2\beta T - \frac{3}{2}\gamma T^2\right) = \lim\,(\alpha + 2\beta T + 3\gamma T^2) \text{ für } T = 0;$$

diese Beziehung verlangt aber

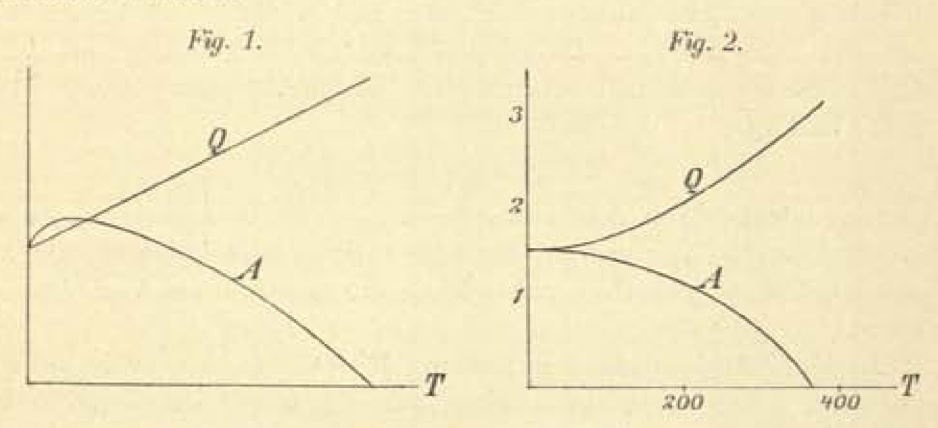
$$\alpha = 0 \text{ und } a = 0 \left(\text{d. h. } \lim \frac{dA}{dT} = \lim \frac{dQ}{dT} = 0\right), \tag{5}$$

und (2) und (3) nehmen die Form an

$$Q = Q_0 + \beta T^2 + \gamma T^3 \tag{6}$$

$$A = Q_0 - \beta T^2 - \frac{\gamma}{2} T^3 . \tag{7}$$

Eine graphische Darstellung möge die Verhältnisse erläutern. Benutzen wir zur Darstellung von Q als Temperaturfunktion nur das erste Glied, so würde bei Benutzung der Gleichungen (2) und (3) der Verlauf, wie er in Fig. 1 gezeichnet ist, sich ergeben, und derartige Kurven sind auch kürzlich von VAN'T HOFF[1] und von BROENSTED[2] diskutiert worden.



Wesentlich anders müssen die Kurven verlaufen, wenn man mit den bekannten Wärmesätzen die neue Hypothese (4) kombiniert. Nehmen wir auch hier in der Reihentwicklung für Q nur ein Glied, so würde

$$Q = Q_0 + \beta T^2, \qquad A = Q_0 - \beta T^2 \tag{8}$$

zu setzen sein, und wir erhalten so das in Fig. 2 gezeichnete Kurvenbild.

Der Fortschritt, den unsere neue Hypothese uns bringt, zeigt sich darin, daß die Integrationskonstante a, die für jede Reaktion gesondert zu bestimmen wäre, in Wegfall kommt und daß daher bei kondensierten Systemen eine Berechnung von A lediglich aus thermischen Daten möglich wird. Die Beziehung

$$a = 0$$

liefert uns ferner eine gewisse Orientierung über den Verlauf der spezifischen Wärmen.

Die Formeln (6) und (7) bzw. (8) wollen wir nunmehr auf einige Beispiele anwenden.

[1] BOLTZMANN, Festschrift 1904, S. 233.
[2] Zeitschr. f. physik. Chem. 56, 645 (1906).

1. Umwandlung eines optischen Isomers in das entgegengesetzte. Die Gleichung der Reaktion, um die es sich hier handelt, können wir schreiben

$$(+)M = (-)M.$$

Die Wärmetönung Q ist bei allen Temperaturen gleich null, somit folgt für alle Temperaturen auch A gleich null, wie es der bekannten VAN'T HOFFschen Theorie entspricht. Da ferner die beiden Antipoden die gleiche Dampfspannung besitzen (daher übrigens auch gleich i-Werte), so folgt, daß im Gaszustande (und wegen Gleichheit der Löslichkeiten auch in verdünnter Lösung) Gleichgewicht zwischen den beiden entgegengesetzten Antipoden nur bei Gleichheit der beiden Konzentrationen besteht. Die obigen Resultate sind bisher nur molekulartheoretisch gewonnen worden, der zweite Wärmesatz liefert hier aus (2) und (3)

$$Q = 0, \qquad A = aT$$

und sagt nichts über den Zahlenwert der Integrationskonstanten a aus. Erst durch Hinzunahme der neuen Hypothese kommen wir zu einer rein thermodynamischen Ableitung der tatsächlichen Verhältnisse ($a = 0$).

2. Umwandlung von prismatischen in oktaedrischen Schwefel. Über diese Umwandlung verdanken wir BROENSTED[1] eine schöne Untersuchung, indem dieser Forscher sowohl Q wie A für verschiedene Temperaturen ermittelte.

Setzen wir für die Umwandlung von 1 Gramm Schwefel

$$Q = Q_0 + \beta T^2,$$

d. h. nehmen wir an, daß, da nach dem ersten Wärmesatz

$$\frac{dQ}{dT} = 2\beta T = c_2 - c_1$$

(c_2 und c_1 spezifische Wärmen der beiden Modifikationen) die Differenz der spezifischen Wärmen der beiden Modifikationen der absoluten Temperatur proportional ansteigt[2], so findet sich

$$Q = 1.55 + 1.14 . 10^{-5} T^2$$

T	Q (beob.)	Q (ber.)	Beobachter
273	2.40	2.40	BROENSTED
368	3.12	3.10	TAMMANN

[1] Zeitschr. f. physik. Chem. 55, 371 (1906).

[2] Beim absoluten Nullpunkt müssen nach (4) und (5) c_2 und c_1 einander gleich werden.

Dieser Ansatz befriedigt die bisherigen Messungen, wie obige Tabelle zeigt, und stimmt ferner auch mit dem Befunde von Regnault (1844) hinreichend überein; letzterer Forscher fand nämlich bei

$$T = 329$$
$$c_2 - c_1 = 0.1844 - 0.1764 = 0.0080,$$

während aus obiger Gleichung

$$2\beta T = 0.0075$$

folgt.

Damit ist nun zugleich A bestimmt zu

$$A = 1.55 - 1.14.10^{-5} T^2;$$

Fig. 2 gibt den Verlauf von Q und A nach diesen Formeln wieder.

Berechnen wir die Umwandlungstemperatur T_0 (unter dem Druck des gesättigten Schwefeldampfes), bei der A (abgesehen von der verschwindend kleinen äußeren Arbeit) gleich null wird, so findet sich

$$T_0^2 = \frac{1.55}{1.14.10^{-5}} = 368.8 \text{ (anstatt } 273 + 94.4 = 368.4).$$

Ferner hat Broensted durch Löslichkeitsbestimmungen die Werte von A (in g-cal.) für eine Reihe von Temperaturen bestimmt:

T	A (beob.)	A (ber.)
273	0.72	0.70
288.5	0.64	0.60
291.6	0.63	0.58
298.3	0.57	0.54

Die beobachteten Werte von A sind (a. a. O. S. 380) um einige Prozent unsicher, und so weit geht auch die Übereinstimmung. Wir können also konstatieren, daß sich in der Tat die maximale Arbeit obiger Reaktion lediglich aus thermischen Daten berechnen läßt.

Für weitere Beispiele solcher Umwandlungen habe ich hinreichend sichere und vollständige Angaben in der Literatur nicht vorfinden können.

Bezeichnen c_1^0 und c_2^0 die spezifischen Wärmen und mit Q^0 die Umwandlungswärme beim Umwandlungspunkt T_0, so wird auch

$$T_0 = \frac{Q^0}{c_1^0 - c_2^0}.$$

Die entsprechende Gleichung gilt natürlich auch für den Schmelzpunkt, aber ebenfalls nur unter der Voraussetzung, daß die Differenz der spezifischen Wärmen zwischen der festen Substanz und der unterkühlten Flüssigkeit der absoluten Temperatur proportional ansteigt

(vgl. meine frühere Arbeit S. 36). Bei Flüssigkeiten, die sich stark unterkühlen lassen, wäre eine experimentelle Untersuchung erwünscht.

3. Bildung kristallwasserhaltiger Salze. Da wir über den Verlauf der spezifischen Wärme des flüssigen Wassers bei niederen Temperaturen nichts Sicheres wissen, so empfiehlt es sich, die Bildung des kristallwasserhaltigen Salzes aus dem anhydrischen Salze bzw. dem niederen Hydrate und Eis zu betrachten. Ist der Dampfdruck des Eises bei der betreffenden Temperatur π_0, derjenige des höheren Hydrates π, so finden wir für die maximale Arbeit der Reaktion

$$S m H_2O + n H_2O \text{ (Eis)} = S(m+n) H_2O$$

den Ausdruck

$$A = nRT ln \frac{\pi_0}{\pi}$$

und, wenn wir auch hier ein lineares Ansteigen der Differenz der Wärmekapazitäten der auf beiden Seiten der Reaktionsgleichung befindlichen Substanzen voraussetzen, so wird wieder

$$Q = Q_0 + \beta T^2, \qquad A = Q_0 - \beta T^2.$$

Betrachten wir als Beispiel die Reaktion

$$ZnSO_4 H_2O + 5 H_2O = ZnSO_4 6 H_2O,$$

wobei nach Müller-Erzbach[1] sämtliche Wassermoleküle mit konstanter Spannung abgegeben werden, so finden wir nach den Zahlen Froweins[2] bei $T = 290$

$$\log \pi = 0.8515.$$

Der Dampfdruck des Eises oberhalb 0° kann natürlich nicht direkt gemessen, wohl aber hinreichend genau nach der von Hrn. Scheel[3] gegebenen Interpolationsformel berechnet werden. Wir finden so bei gleicher Temperatur

$$\log \pi = 1.2276$$

und somit folgt ($R = 1.985$)

$$A = 2493.$$

Andererseits beträgt die Wärmeentwicklung obiger Reaktion nach Thomson[4]

$$Q = 10790 - 5.1597 = 2805$$

(1597 = mol. Schmelzwärme des Eises bei +17°) und wir finden somit

$$Q = 2649 + 1.9.10^{-3} T^2, \qquad A = 2649 - 1.9.10^{-3} T^2.$$

---

[1] Zeitschr. f. physik. Chem. **19**, 150 (1896).
[2] Ebenda **1**, 14 (1887).
[3] Verh. d. D. physik. Ges. **7**, 391 (1905).
[4] Thermochem. Unters. III, S. 139.

Für den Ausdruck

$$\frac{dQ}{dT} = c_2 - c_1 = 2.1{,}910^{-3}T$$

finden wir für $T = 280$ den Zahlenwert 1.06 cal., und, da nach Messungen Dewars[1] die spezifische Wärme des Eises für obige Temperatur zu 9.0 sich extrapolieren läßt, so würde die Molekularwärme des Kristallwassers sich zu etwa 10 berechnen. R. Fittig[2] fand bei obiger Temperatur für $7H_2O$ die Molekularwärme

$$ZnSO_4 7.H_2O - ZnSO_4 = 90 - 25 = 65, \text{ pro } H_2O \text{ also } 9.3.$$

Da auf dem Gebiete der kristallwasserhaltigen Salze ein großes Beobachtungsmaterial vorliegt, um A und Q mit Sicherheit berechnen zu können, so wären möglichst genaue Messungen der spezifischen Wärme kristallwasserhaltiger Salze über ein größeres Temperaturintervall von hohem Werte, um eine exaktere Prüfung der Formeln (6) und (7) ermöglichen zu können.

4. Die elektromotorische Kraft des Clarkelements. Auf das Clarkelement, in welchem der stromliefernde Prozeß die Gleichung

$$Zn + Hg_2SO_4 + 7H_2O = ZnSO_4 7.H_2O + 2Hg$$

befolgt, ist unser Fundamentaltheorem nicht unmittelbar anwendbar, weil das gebildete Zinksulfat, wie Cohen[3] zuerst näher ausgeführt hat, in Lösung geht, sich hydratisiert und infolge der dadurch erreichten Übersättigung nicht nur selber auskristallisiert, sondern auch weitere Mengen Salz infolge der Wasserentziehung ausfällt. Wenn wir aber als Bodenkörper zugleich Eis haben, d. h. das Clarkelement beim kryohydratischen Punkt betrachten, so haben wir wieder eine Reaktion zwischen lauter reinen Substanzen, auf welche daher die Formeln (6) und (7) unmittelbar anwendbar werden.

Da die elektromotorische Kraft beim Kryopunkt des Zinksulfats (—7°) 1.4624 Volt beträgt, so wird

$$A = 2.23046 \cdot 1.4624 = 67405 \qquad \text{b. } T = 266;$$

die Wärmetönung berechnet sich für 17°, auf welche Temperatur sich die thermischen Daten beziehen, zu

$$Q = 66600 \qquad \text{b. } T = 290;$$

darin ist für die Schmelzwärme des Eises bei 17° der Wert 88.7 eingeführt, welcher sich aus der Schmelzwärme bei 0° und der Differenz der spezifischen Wärmen zwischen Eis und Wasser ergibt.

[1] Proc. R. Soc. R. **A 76**, 325 (1905).

[2] Dissert. Göttingen 1900.

[3] Vgl. hierzu und bezüglich der folgenden Angaben W. Jaeger, Normalelemente. Halle 1902.

A und Q sind also unter diesen Bedingungen, wie nach den Gleichungen (6) und (7) angesichts der bekannten Tatsache des nahe additiven Verhaltens der Molekularwärme fester Stoffe zu erwarten war, nur sehr wenig voneinander verschieden, während für das gewöhnliche Clarkelement, wo das Verhalten der Lösung mit ins Spiel kommt, bekanntlich der Unterschied zwischen elektrischer Energie und Wärme ziemlich groß ist. Es beträgt nämlich z. B. für $T = 291$

$$A = 65875 \qquad Q = 81130.$$

Im Sinne unserer neuen Hypothese würde sich also die elektromotorische Kraft galvanischer Elemente in folgender Weise allgemein berechnen lassen. Man denkt sich die betreffende galvanische Kombination so variiert, nötigenfalls unter Benutzung von Eis als Bodenkörper, daß in der Reaktionsgleichung des stromliefernden Prozesses nur in reinem Zustande (keine Gemische oder Lösungen) befindliche Substanzen vorkommen. Bei Kenntnis der thermochemischen Daten und der spezifischen Wärmen lassen sich dann die Koeffizienten Q_0, β, γ der Gleichung (6) berechnen, wodurch dann gleichzeitig nach Gleichung (7) A und damit die elektromotorische Kraft gegeben ist. Durch Anwendung der bekannten Gesetze über die Änderung der elektromotorischen Kraft mit der Konzentration, speziell bei verdünnten Lösungen der sogenannten osmotischen Theorie der Stromerzeugung, lassen sich dann auch die elektromotorischen Kräfte bei beliebigen Konzentrationen berechnen.

Da die Koeffizienten β, γ .. im allgemeinen klein zu sein scheinen, so wird man ihren Einfluß bei gewöhnlichen Temperaturen oft vernachlässigen können, zumal wenn es sich um nicht zu geringe elektromotorische Kräfte handelt. — Wichtig erscheint ferner der Umstand, daß, wie die obigen Beispiele lehren, ein praktisches Zusammenfallen der A- und Q-Werte bereits bei relativ hohen und dem Experiment noch zugänglichen Temperaturen erfolgt (oberhalb des Siedepunktes des Wasserstoffs). Es wird daher wahrscheinlich behufs einer recht exakten Prüfung des Wärmetheorems

$$\lim\left(\frac{dA}{dT}\right) = \lim\left(\frac{dQ}{dT}\right) \text{ für } T = 0$$

und auch behufs einer genauen Bestimmung der i-Werte vollkommen genügen, wenn der Verlauf der spezifischen Wärme der reagierenden Substanzen bis zum Siedepunkt des Wasserstoffs oder in vielen Fällen auch nur bis zum Siedepunkt des Sauerstoffs experimentell sicher festgelegt wird.

Über die miocäne Spongienfauna Algeriens.

Von Dr. O. Zeise
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Branco am 6. December 1906 [s. oben S. 847].)

Einleitung.

Unsere Kenntniss der tertiären Kieselspongien beschränkt sich, abgesehen von isolirten Nadeln und Skelettrümmern, die an vielen Orten in marinen Ablagerungen dieser Formation sich finden, fast ausschliesslich auf die von A. Pomel[1] im Departement Algier[2] und von A. Manzoni[3] in den Provinzen Bologna und Modena aus dem Miocän bekannt gemachte Fauna, die Lithistiden und Hexactinelliden umfasst.[4]

Während aber Manzoni bereits bei der Untersuchung der vergleichsweise spärlichen miocänen Spongienfauna[5] Italiens — *Craticularia* Zitt., *Tretostamnia* Pom., *Astrocladia* Zitt., *Siphonia* Park., *Jerea* Lamx., *Meta*

[1] Paléontologie ou description des animaux fossiles de la Province d'Oran. 5e fascicule »Spongiaires«. Oran 1872. 256 S. und 36 Taf.

[2] Nicht Departement Oran — wenigstens heute nicht — wie irrthümlicherweise in die Litteratur übergegangen, bzw. in ihr verblieben ist.

[3] La struttura microscopica della Spugne silicee del miocene medio della provincia di Bologna e di Modena. Bologna 1882. 24 S. und 7 Taf. Ferner G. Mazzetti und A. Manzoni, Le spugne fossili di Montese. Atti della Società Toscana di Scienze naturali. Pisa 1879. Bd. 4, S. 54–66, Taf. 8, 9; und A. Manzoni, Spugne silicee della Molassa miocenica del Bolognese. Atti della Società Toscana di Scienze naturali. Pisa 1880. Bd. 5, S. 173–176, Taf. 8.

[4] Aus dem Eocän von Heluan bei Cairo sind mir kürzlich auch Ganzkörper einer Monactinellide bekannt geworden. Diese in Grösse und Gestalt an Nummuliten erinnernden, von Schweinfurth 1900 gesammelten und von Hrn. Dr. Oppenheim mir im Vorjahr zur Untersuchung überreichten Gebilde setzen sich aus (?) diactinen Rhabden (Amphioxe) zusammen — die Nadeln erwiesen sich in den Präparaten sämmtlich bis auf eine an den Enden abgebrochen — die sich im polarisirten Licht noch völlig isotrop verhalten. Nach Weltner stehen die Nadeln am nächsten den irgend einer Gattung der Unterordnung der *Halichondrina*.

[5] Manzoni erwähnt noch und bildet auch ab megamorine Skelettrümmer, ferner einige pentagonalmaschige Skeletreste unbestimmbarer Natur einer incrustirenden Schwammcolonie.

Pom., *Chenendopora* Lamx. — auf die feineren Structurverhältnisse Rücksicht nimmt, hat Pomel die an Reichhaltigkeit kaum der obercretacischen nachstehende tertiäre Spongienfauna Algeriens nur nach der äusseren Form und dem Kanalsystem bearbeitet, so dass Zittel, dem leider kein Material von dort vorlag, in seinen »Studien über fossile Spongien«[1] sich gezwungen sah, sein Urteil über die meisten, zum grossen Theil neu aufgestellten Gattungen zurückzuhalten und sie in seinem System zu ignoriren.

Der Wunsch, die seit Pomel bis heute nicht weiter untersuchte algerische Spongienfauna durch Aufsammlungen an Ort und Stelle nun endlich einer wissenschaftlichen Bearbeitung zugänglich zu machen und dadurch in etwas die klaffende tertiäre Lücke in der Kenntniss der Spongien auszufüllen, führte mich gelegentlich einer Reise nach dem südlichen Spanien zwecks Studiums eines Theiles seiner Erzlagerstätten im Spätwinter vorigen Jahres nach Algerien. Ich erfuhr in Algier, mit einer liebenswürdigen Empfehlung von Hrn. Charles Barrois versehen, von den HH. E. Ficheur und A. Brives von der geologischen Landesuntersuchung freundliche Aufnahme und Förderung, wofür ich den Herren grossen Dank schulde.

Pomel gibt in seiner umfangreichen Spongienmonographie als Fundstätte der algerischen Spongien den Djebel Djambeïda und Djebel Amraoua ohne jede weitere nähere Ortsbezeichnung an. Es ist dies sehr bedauerlich, insofern als Zittel dadurch zu der Meinung veranlasst wurde, dass das Material schwer zu beschaffen sei[2], und daher leider davon absah, es in den Kreis seiner grundlegenden Untersuchungen zu ziehen.

Erst in den Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte[3] von Algerien finden sich nähere Ortsangaben der Pomel'schen Fundstätten: Djebel Djambeïda à l'est de Cherchel[4]; Djebel Amraoua au sud de Ténès[5]; hinzugefügt ist noch eine dritte von Pomel nicht erwähnte Fundstätte, nämlich Beni-bou-Mileuk au nord des Zattafs.[6] Diese Fundstätten liegen mithin unweit der Küste nördlich des Chélif-Thales, ja die Hauptfundstätte, der Djebel Djambeïda, stösst, kaum 5^{km} östlich von dem durch seine Alterthümer berühmten Küstenstädt-

---

[1] Abhandl. d. math.-phys. Classe d. K. Bayer. Akad. d. Wiss. Bd. 13, München 1878 u. 1879.

[2] Vergl. Handbuch der Paläontologie Bd. 1 S. 199.

[3] Carte géologique provisoire de l'Algérie (erste Ausgabe 1881, zweite Ausgabe 1892) mit 1 Band Erläuterungen, 4 Blätter im Maassstabe von 1 : 800000.

[4] Das alte Caesarea.

[5] Das alte Cartenna.

[6] Station der Eisenbahnstrecke Algier–Oran.

chen Cherchel entfernt, im Cap Blanc — maurisch Ras-el-Abiod — in's Meer hinaus. Material hätte also unschwer beschafft werden können.

In Algier verzichtete ich gleich von vorn herein auf den Besuch des Djebel Amraoua, da mir Hr. Dr. Brives daselbst mittheilte, dass es ihm gelegentlich seiner geologischen Aufnahme des mittleren Dahra[1] trotz eifrigen Suchens nicht geglückt sei, auch nur eine einzige Spongie im Gebiete des Djebel Amraoua zu finden. Die Spongien müssen daher dort sehr selten sein, und dies geht auch schon aus der Pomel-schen Arbeit hervor, in der vom Djebel Amraoua nur vier Arten unter im ganzen 125 Arten aufgeführt sind.

Ebenso selten scheinen aber auch Spongien in dem Tertiärbecken der Beni-bou-Mileuk[2] vorzukommen, das zu besuchen mir die HH. Ficheur und Brives riethen; denn es gelang mir nicht, trotzdem ich es während acht Tagen gründlich durchstreifte, hier in dem sonst fossilreichen Miocän Spongien zu entdecken.[3]

Dagegen glückte mir die Auffindung von isolirten, ausschliesslich tetracladinen Nadeln (glatte Caltrope) in einem Kalkstein im südlichen Theile des Beckens südöstlich von dem Maurendorfe Choulla.

---

[1] Carte géologique de la partie centrale du Dahra im Maassstabe 1 : 200000 in A. Brives, Les terrains tertiaires du basin du Chélif et du Dahra, Alger 1897.

[2] Das sind »Les enfants fortunés« wegen der bevorzugten Lage des Gebietes und des besseren Bodens, wie mir Hr. Gautier, Farmbesitzer und Olivenölfabrikant in Razelia, der dort allein inmitten rein maurischer Gebirgsbevölkerung mit seiner Gattin lebt, freundlichst deutete. Ich bin Hrn. und Frau Gautier für die liebenswürdige Aufnahme und ausgezeichnete Gastfreundschaft, die ich bei ihnen erfuhr, zu vielem Dank verpflichtet. Auch lernte ich in Hrn. Gautier, dem ich von Hrn. Brives gefälliger Weise empfohlen worden war und der mich einige Male führte, einen guten Kenner der Geologie des Beckens kennen, von dem von A. Brives (a. a. O.) auch ein geologisches Kärtchen im Maassstabe von 1:100000 vorliegt.

[3] Auf meine aus dem Becken der Beni-bou-Mileuk an Hrn. Dr. Brives gerichtete Bitte um nähere örtliche Angabe der Spongienfundstelle schrieb mir dieser Herr unter dem 29. März 1905 nach Razelia Folgendes: »Je suis heureux que vos recherches du Djambeïda aient été productives et je regrette vivement que vous n'ayez rien trouvé au Beni-bou-Mileuk. Ce gite a été signalé par Badynski, controleur des mines, Pomel et Chopin, j'ai moi-même trouvé des éponges certaines avec bryozaires nombreux. Ces éponges sont répandues un peu partout mais pas très abondantes. Ce sont surtout des espèces décrits par Pomel sous le nom *Jerea* et de *Laocoetis*. Je ne sais au juste qui a trouvé ce gite le premier. Pomel le signale sans autre indication. Chopin le même qui a trouvé le Djambeïda a aussi exploré les Beni-bou-Mileuk.« Hiernach musste ich annehmen, dass auch Badynski und Chopin über algerische Spongien etwas veröffentlicht hätten und bat, als ich später in unseren Bibliotheken nichts fand, Hrn. Brives um Nennung der betreffenden Litteratur. Hr. Brives antwortete unter dem 1. Mai 1906: »Il n'y a pas d'autres documents publiés que ceux de Pomel. C'est lui qui a trouvé le Djambeïda. On ne sait pas au juste qui a trouvé le gite de chez Gautier, qui a été visité par Chopin et Badynski, mais ces derniers n'ont rien publié.«

Der Djebel Djambeïda scheint danach die praktisch allein in Frage kommende Fundstätte der algerischen Spongien zu sein, und die einzige Schwierigkeit, dort Spongien zu sammeln, besteht eigentlich nur darin, dass er Privatbesitz ist.[1]

Der Djebel Djambeïda erstreckt sich zwischen den Thälern des Oued Hachem und Oued Bellah in einer nordsüdlichen Länge von etwa 3^{km} und einer ostwestlichen Breite von etwa $1^{km}5$; sein nördlichster Ausläufer bildet das Cap Blanc. Am Westhang seines südlichsten Ausläufers liegt, 2^{km} von der Küste entfernt, die räumlich sehr beschränkte Hauptfundstätte[2] der Spongien, die nach zweitägigem Suchen endlich zu finden mir glückte.

Man hatte mir in Algier wenig Hoffnung gemacht auf grosse Ausbeute; um so freudiger war ich überrascht, eine verhältnissmässig reiche Fundstätte anzutreffen. Wenn auch das von mir gesammelte Material nicht entfernt an das heranreicht, was Pomel vorgelegen haben muss, so rechtfertigt es doch eine kurze Mittheilung über den Erhaltungszustand und die Ergebnisse einer erstmaligen Untersuchung der Mikrostructur. Zuvor sei aber auf die stratigraphischen Verhältnisse kurz hingewiesen.

Stratigraphie.

Seit Pomel werden im Miocän Algeriens drei Abtheilungen unterschieden: Cartennien[3], Helvetien und Sahelien, von denen das Cartennien (= Burdigalien) und das Helvetien (= Helvetien + Tortonien) nach A. Brives[4] der ersten und zweiten Mediterranstufe, das Sahelien

[1] Einer Gräfin Louer gehörig, der ich durch den ihr befreundeten Maire von Cherchel, bei dem sich der deutsche Generalkonsul in Algier für mich verwandt hatte, empfohlen wurde. Das war sehr nöthig, und man sah mich trotzdem nicht gern, gestattete mir aber schliesslich doch, den Besitz zu betreten. Leider bekam ich von dem von der Familie Louer gesammelten, jedenfalls sehr umfangreichen Material nichts zu sehen. Immerhin fühle ich mich der Gräfin Louer für die Erlaubniss zu Dank verpflichtet, da ich ohne diese Erlaubniss Algerien unverrichteter Dinge hätte wieder verlassen müssen.

[2] Um ein für alle Mal den Punkt für die Wissenschaft festzulegen und meinen eventuellen Nachfolgern Mühe und Zeit zu ersparen, bemerke ich: auf dem Blatte Cherchel Nr. 39 der Karte Algeriens im Maassstabe 1 : 50000 liegt der Punkt — kenntlich im Gelände als kahle Stelle auf dem mit Buschwerk bestandenen oberen Abhang — in etwa $\frac{3}{4}$ Höhe des Hanges etwas östlich der Schlucht (ravin), die ungefähr zu der Abzweigungsstelle des unteren in das Thal des Oued Bellah von der Chaussee nach Cherchel abzweigenden Vicinalweges hinunterführt, oder — auf andere Weise ausgedrückt — genau zwischen den Anfangsbuchstaben H und a des in der Karte verzeichneten Namens Haouch Koubordji.

[3] Nach dem Cartenna der Alten, heute Ténès.

[4] A. a. O. S. 97.

der sarmatischen und pontischen Stufe des Wiener Beckens entsprechen soll. Für die vorliegende Mittheilung kommt nur das Cartennien in Betracht[1], in dem die spongienführenden Schichten auftreten.

Das Cartennien gliedert sich nach Pomel[2] von oben nach unten wie folgt:

4. Conglomérats caillouteux de Bouïra, etc.
3. Marnes dures à foraminifères d'Adelia-Miliana.
2. Poudingues et grès à clypéastres de Ténès.
1. Grès à amphiope et scutella de Ras-el-Abiod.

Später sind als unterstes Glied noch die Poudingues de Ménerville hinzugekommen.

Im Djebel Djambeïda bilden nach Pomel die Grès à amphiope et scutella (1) weisse, grobe Quarzsandsteine mit kalkigem Bindemittel (wenigstens 40 m mächtig) die Basis[3] des Cartennien. Sie enthalten hier in ihren oberen Horizonten ausserordentlich reichlich *Amphiope palpebrata* Pom., einen kleinen Schizaster (*S. Bogand* Pom.) und *Turritella* cf. *protocathédralis.* Diese groben Quarzsandsteine, die nach Pomel das Cap Blanc (Ras-el-Abiod) bilden, stellen nach ihm aber nur ein gelegentliches Vorkommen an der Basis des Cartennien dar, das gewöhnlich im Dahra, so auch bei Ténès und im Becken des Beni-bou-Mileuk, die Kreide discordant überlagernd, mit mächtigen Conglomeratschichten, den Poudingues et grès (2) beginnt, deren einzelne mehr oder weniger grosse, aber immer gut gerundete Elemente in grauem oder blauem, zuweilen auch rothem Thon unregelmässig eingebettet sind. Über diesen Conglomeraten und Sandsteinen folgen über 100 m mächtig die Marnes dures (3)[4], die im Djebel Djambeïda die Spongienfauna enthalten. Damit schliesst in der Regel die Cartennienreihe nach oben ab.

Der Schichtencomplex des Djebel Djambeïda hat ein westliches Einfallen, das ich an der Ostseite unmittelbar bei der Mündung des Oued el Hachem, wo ich das Gestein mit *Amphiope palpebrata* Pom. u. s. w.[5]

---

[1] Pomel beschreibt und bildet auch einen vereinzelten Schwamm aus dem Sahelien ab unter dem Namen *Herpothis sahelienis*; a. a. O. Taf. X Fig. 5.

[2] Description et carte géologique du massif de Milianah. Paris 1873. Ferner: Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte Algeriens, 2. Ausgabe 1892.

[3] A. Brives (a. a. O. S. 64 u. 65) hat für diese Schichten ein oligocänes Alter nachzuweisen versucht.

[4] Nach Brives erreichen die Marnes dures im Massiv von Miliana eine Mächtigkeit bis zu 200 und 250 m.

[5] Das mit dem Hammer erreichbare anstehende Gestein besteht daselbst aus dickbankigen, gelblichen, mittelkörnigen Sandsteinen, und zwar ohne Amphiopen und andere Fossilien, soweit ich beobachten konnte. Das Amphiopegestein ist dagegen

in am Strande liegenden, herabgestürzten, mächtigen Blöcken anschlagen konnte, auf etwa 45° schätzte.

Dr. SCHAFFER[1] vom Wiener Hofmuseum, der ein Jahr vor mir den Djebel Djambeïda besuchte, beobachtete am Cap Blanc, wo ich nicht war, ein nordwestliches Einfallen von 30°, doch ändert sich das nach seinen Wahrnehmungen, wie er mir schrieb, am Djebel Djambeïda allenthalben. Dr. SCHAFFER, der vergeblich an der Südseite des Berges, durch missverstandene Angaben verleitet, in einem flyschartigen Gestein die Spongien führenden Schichten gesucht hatte, dafür aber am Steilufer beim Cap Blanc in den auch dort auftretenden Mergeln das seltene Vorkommen von Spongien feststellen konnte, gibt von der Steilküste daselbst nachstehendes von Osten nach Westen zu verfolgendes Profil.

»Das tiefste Schichtglied bilden grobe Gerölle und Blöcke von chocoladebraunem Sandstein. Darüber folgen helle, grünliche, andesitische Tuffe, die das steil abfallende Vorgebirge bilden. Sie besitzen von der Ferne gesehen eine weissliche Färbung, die den Namen Cap Blanc rechtfertigt. Darüber liegen Conglomerate, die zu unterst aus Tuffbrocken bestehen und dem Cartennien angehören. Fossilien sind selten und schlecht erhalten. Man findet grosse Pecten (*Karalitanus*?), Ostreen und *Lithothamnium*. Das Fallen ist NW. gerichtet. Darüber liegen mergelige Sandsteine und Mergel, die zum Theil sandig, zum Theil fest und muschelbrüchig sind. Die Bankung ist meist undeutlich, die Schichten fallen mit einem Neigungswinkel von 30° nach NW. In den Mergeln, die keine anderen Fossilreste zu führen scheinen, fand ich einige Spongien (*Craticularia* ZITT. = *Laocoetis* POM.) ausgewittert herumliegen.«

Der Widerspruch in den Angaben von POMEL und SCHAFFER hinsichtlich des Gesteins des Cap Blanc, das nach POMEL ja die Grès à amphiope zusammensetzen sollen, findet seine Lösung höchstwahrscheinlich in dem Umstande, dass das Cap Blanc gewissermaassen ein Doppelcap bildet und POMEL in üblicher Weise den östlichen, SCHAFFER hingegen den westlichen in's Meer hinausstossenden Gebirgsausläufer als Cap Blanc deutete. Damit würde dann auch das Fehlen der von

---

graublau in Farbe (wie auch POMEL anfänglich in seiner Studie über das Massiv de Milianah mittheilte), sehr hart und splitterig und stellt geradezu, wenigstens in einzelnen Bänken, einen Kalksandstein oder, richtiger gesagt, Kalkgrandstein dar. Der Säurerückstand zeigt wohlgerundete Quarze in allen Grössen, bis zu der einer Erbse, von zumeist wasserheller Farbe, denen sich aber auch solche von weisser, gelber, bläulicher und röthlicher Farbe zugesellen.

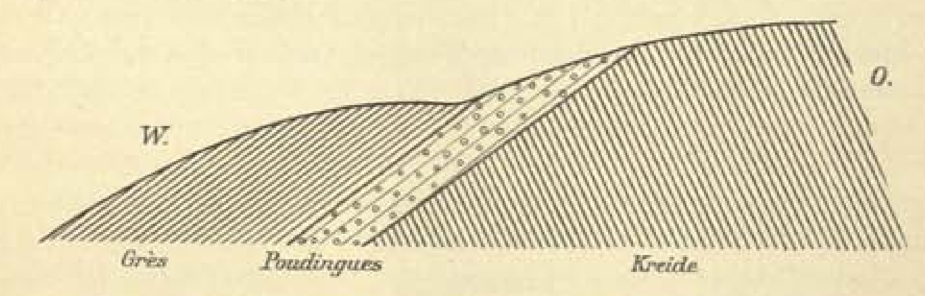
[1] Geologische Beobachtungen im Miocänbecken des westlichen Algier. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1905, Nr. 13.

Pomel als liegendstes Glied bezeichneten Grès à amphiope in dem Schaffer'schen Profile eine Erklärung finden.

Die von Schaffer aufgeführten grünlichen, andesitischen Tuffe entsprechen jedenfalls dem Grès argileux verdâtre Pomel's[1], der, wie Pomel in seiner Studie über das Massiv von Milianah ausgeführt hat, local, besonders aber in der Gegend von Cherchel, die Poudingues in einer Mächtigkeit von ungefähr 30^m überlagert und seinerseits von den Poudingues argileux (à Pecten burdigalensis et Ostrea crassissima var. abbreviata) überlagert wird, die ihn von den hangenden Marnes dures trennen. Es besteht mithin, abgesehen von dem tiefsten Schichtenglied, den Grès à amphiope, das Schaffer nicht beobachtete, eine völlige Übereinstimmung des Schaffer'schen und Pomel'schen Profiles.

Im Becken des Beni-bou-Mileuk kann man nach Brives die beiden Abtheilungen unterscheiden, die ganz allgemein das Cartennien charakterisiren, nämlich: 1. die Poudingues et grès und 2. die Marnes dures. Die untere Abtheilung besitzt hier eine mannigfaltigere Ausbildung, insofern ausser den Poudigues und Grès noch Marnes grèseuses und, local an einigen Punkten, auch Calcaires à lithothamnium auftreten. Die Pondingues sind nicht überall entwickelt und bilden, wie Brives hervorhebt, im grösseren Theile des Beckens die Grès, discordant die Kreide (Gault oder Senon) direct überlagernd, die Basis des Cartennien.

Am Ostrande des Beckens bot sich mir in einem Wasserriss z. B. folgendes Profil dar:



Die Kreide und das Cartennien streichen hier nordsüdlich, und erstere fällt zwischen 50 und 90° O., letzteres zwischen 20 und 70° W. ein.

[1] Pomel beschreibt das Gestein folgendermaassen: »Au dessus (nämlich der Poudingues, Verf.) sont des grès argileux ou des argiles gréseuses, passant au conglomérat, qui, le plus souvent, prennent une texture tufacée, une teinte verdâtre et une apparence de pépérino endurci, au point qu'on pourrait les prendre pour des roches éruptives, si la stratification, toujours bien évidente, ne venait détruire l'illusion. Ces roches ont certainement modifiées par les agents souterrains et on y trouve souvent des injections de roches dioritiques.«

Von den diese untere Abtheilung zusammensetzenden Gesteinen, die sämmtlich als fossilreich zu bezeichnen sind, sind es nach Brives nur die Marnes gréseuses, die die Spongien enthalten, zusammen mit Korallen, Bryozoen und auch Clypeaster, sowie äusserst zahlreich *Pecten latissimus* Broc. und *Ostrea cartenniensis* Brives. Wie ich schon oben bemerkte, gelang es mir während achttägigen Suchens nicht, Spongien aufzufinden, während ich die übrige von Brives erwähnte Fauna, besonders auch Bryozoen, überreich vorfand.

In welchem Gestein die von Pomel aufgeführten Spongien vom Djebel Amraoua, SO. von Ténès, vorkommen, entzieht sich der genauen Kenntniss, da Pomel, der Einzige, der dort Spongien sammelte, darüber nichts bemerkt. Da aber Brives auf seiner geologischen Karte des centralen Dahra den Djebel Amraoua als aus der unteren Abtheilung des Cartennien aus *Poudingues* und Grès bestehend darstellt, so ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die Spongien hier denselben Schichten angehören wie im Becken der Beni-bou-Mileuk.

Die Spongienschichten des Djebel Djambeïda gehören dagegen einem höheren Horizont an, den Marnes dures, die die obere Abtheilung des Cartennien bilden. Pomel charakterisirt das Spongiengestein in seiner schon des öfteren erwähnten Studie des Massivs von Milianah kurz als Marnes à délit conchoïde (muscheliger Bruch) und des näheren ebendaselbst folgendermaassen: »Ces marnes sont grises, à peine déliquescentes, se divisent en fragments à surface conchoïdes. Leur stratification, souvent peu distincte, mais concordante avec celle des couches inférieures est souvent marquée par quelques alternances de calcaires très marneux. Quelques volumineux nodules de calcaires moins marneux et souvent très compacte sont en outre irrégulièrement disséminés dans la masse; ces couches ne sont pas rarement modifiées d'une manière notable, mais, en certains points cependant, elles deviennent plus ou moins verdâtres et passent au pépérino.«

Dieser Beschreibung ist hinzuzufügen, dass das Gestein, wenigstens an der Fundstätte der Spongien im südlichen Ausläufer des Djebel Djambeïda, einen sehr sandigen, glaukonit(? seladonit)reichen Mergel darstellt, dem sich spärlich auch Glimmerschüppchen beimengen. Die feinen Quarzkörnchen, die unter dem Mikroskop sich als wohl gerundet erweisen, machen etwas über die Hälfte des Säurerückstandes des abgeschlämmten Gesteins aus; der Rest besteht, abgesehen von spärlichen Nadeltrümmern, Glimmerschüppchen und Thonpartikelchen u. s. w., aus gerundeten Körnchen von Glaukonit oder (?) Seladonit.

Erhaltungszustand der Spongien.

Der Erhaltungszustand der Spongien vom Djebel Djambeïda ist als ein recht günstiger zu bezeichnen und unterscheidet sich darin sehr glücklich von dem der Spongien aus dem italienischen Miocän, die einer vollständigen Verkieselung unterworfen worden sind.[1] Zeigen unsere Spongien auch nicht im polarisirten Lichte das noch fast völlige isotrope Verhalten des Skeletes der Kreidespongien gewisser Localitäten Norddeutschlands (Oberg, Ahlten, Haldem u. A.) und Englands, ist vielmehr die ursprüngliche wasserhaltige, kolloidale Kieselsäure des Skeletes durch Verlust des Wassergehaltes ausnahmlos, soweit nicht gelegentlich andere mineralische Stoffe wie Kalkspath, Eisenoxydhydrat u. s. w. an ihre Stelle getreten sind, aus dem amorphen[2] in den krystallinischen Zustand übergeführt worden, so ist doch die äussere Form der Skeletelemente des leicht durch verdünnte Salzsäure vom Gestein zu befreienden Skeletes, besonders bei den Lithistiden, fast durchweg von ausgezeichneter, selbst die feinsten Verzierungen zeigender Erhaltung. Verdickungen von Skelettheilen und einzelnen Nadeln durch zugeführte krystallinische Kieselerde machen sich hier und da sowohl bei den Hexactinelliden als auch Lithistiden geltend. Andererseits ist aber auch bei manchen Individuen, besonders der Lithistiden, die Kieselerde des Skeletes ganz oder theilweise fortgeführt und durch Eisenoxydhydrat von Kalkspath ersetzt worden, was dann immer eine Verwischung der Nadelumrisse zur Folge gehabt hat.

Die Umwandlung der kolloidalen Kieselerde in den krystallinischen oder kryptokrystallinischen Zustand ist eine vollständige, und im polarisirten Licht zeigen die Nadeln daher ausnahmslos starke Aggregatpolarisation. In Canadabalsam präparirt geben die Nadeln, wie immer in diesem Erhaltungszustande, des nahezu gleichen Brechungsexponenten wegen ein verschwommenes Bild, während Glycerin sie scharf in den Umrissen heraushebt.

---

[1] Siehe hierüber ausser Manzoni (a. a. O.) auch Rauff, Paläospongiologie, Erhaltungszustand der fossilen Spongien, Paläontographica Bd. XL. S. 212—215.

[2] Die häufig zu beobachtende Doppelbrechung der Kieselnadeln der lebenden Spongien, die Rauff (a. a. O.) aus einer Druckspannung während des Wachsthums erklärt, führt F. E. Schulze neuerdings [Die Hexactinelliden der Valdivia-Expedition, Bd. IV (mit 1 Atlas von 56 Tafeln) der »Wissenschaftlichen Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer Valdivia 1898—1899«. Im Auftrage des Reichsministeriums des Innern herausgegeben von Carl Chun] auf die an allen geschichteten Nadeln aus organischer Substanz bestehenden Sponginlamellen und den ebenfalls nur aus organischer Substanz bestehenden Axenfaden zurück. Nach F. E. Schulze ist die Kieselsäure der Spongiennadeln an sich einfach brechend, isotrop.

Axenkanäle konnten bei den lithistiden Nadeln nirgends mehr beobachtet werden, und es besteht wohl die schon von Rauff vertretene Auffassung zu Recht, dass für das Fehlen der Kanäle bei den fossilen Lithistiden der Krystallisationsprocess verantwortlich gemacht werden müsse, bei dem der äusserst dünne und nach dem Absterben des Thieres und auch später im Gebirge nicht erweiterte Kanal vernichtet worden ist.

Bei den Hexactinelliden erweisen sich die Axenkanäle meistens stark erweitert und von grösster Schärfe. Bei Verdickungen der Sechsstrahler, die gelegentlich zu einer völligen Ausfüllung der Maschenräume und damit Unkenntlichmachung der äusseren Form der Nadeln geführt haben, sind es immer die scharf ausgeprägten Axenkanäle, die die hexactinellide Natur sofort erkennen lassen.

Die Axenkanäle sind zum Theil hohl, zum Theil mit krystallinem Kiesel erfüllt, aber auch im letzteren Fall meistens noch scharf contourirt durch zwei sich heraushebende feine dunkele Linien, die selbst zwischen gekreuzten Nicols kenntlich bleiben.

Zusammensetzung der Spongienfauna.

An der Zusammensetzung der Spongienfauna vom Djebel Djambeïda nehmen, soweit eine vorläufige Untersuchung des vergleichsweise nur wenig umfangreichen Materiales ergeben hat, folgende Ordnungen und Unterordnungen Theil:

1. *Tetractinellida* Marsh.
   - *a*) *Choristina.*
2. *Lithistida* O. Schm.
   - *a*) *Tetracladina* Zitt.
   - *b*) *Rhizomarina* Zitt.
3. *Hexactinellida* O. Schm.
   - *a*) *Dictyonina* Zitt.

An anderen Thierresten treten noch hinzu ziemlich reichlich Foraminiferen und Bryozoen. Ferner sammelte ich an der Spongienfundstätte noch je einen kleinen verdrückten Echiniden und Zweischaler und Pomel in den Mergeln — er sagt nicht wo — Cidarisstacheln und eine Terebratula.

Die Ordnung der *Tetractinellida* ist nicht durch ganze Skelete, sondern, wie dies meistens der Fall zu sein pflegt, nur durch isolirte Nadeln vertreten, die aus Schlämmrückständen des Gesteins ziemlich zahlreich gewonnen werden konnten. Es sind ausschliesslich wahrscheinlich zur Familie der *Pachastrellidae* gehörige glatte Caltrope, die

denen aus einem Kalksteinstück vom Cartennienbecken der Beni-bou-Mileuk völlig gleichen. Nur ein einziges Mal wurde auch eine vielleicht monaxone gezackte Stabnadel beobachtet, die indess leider an beiden Enden abgebrochen war. Die Nadeln erweisen sich in Canadabalsam und Glycerin fast gleichmässig deutlich und scharf begrenzt, und damit stimmt denn auch überein, dass sie zwischen gekreuzten Nicols weit weniger lebhaft die Farbenerscheinungen der Aggregatpolarisation zeigen, als dies bei den Lithistiden und Hexactinelliden der Fall ist. Man muss daher annehmen, dass die isolirt vorkommenden Nadeln weniger dem secundären Verkiesungsprocess unterworfen gewesen sind, als die der zusammenhängenden Skelete.

Die Axenkanäle der Nadeln haben nur theilweise eine Erweiterung erfahren; sie sind scharf begrenzt, entweder hohl oder mit krystallinem Kiesel erfüllt und dann häufig der Beobachtung nicht mehr zugänglich. In gleicher Weise verhalten sich die Nadeln aus dem Becken der Beni-bou Mileuk.

Die Ordnung der *Lithistida* macht die Hauptmenge der Spongien vom Djebel Djambeïda aus, sowohl hinsichtlich der Zahl der Individuen als auch der der Gattungen. Unter den bisher erkannten zwei Unterordnungen ist es die der *Rhizomorina*, die weitaus vorherrscht; von einigen dreissig mikroskopisch untersuchten und mit besonderer Rücksicht auf etwaige tetracladine, anomocladine und megamorine Formen ausgewählten Individuen wurden nur vier tetracladine Formen, hingegen keine anomocladine und megamorine Form erkannt.

Unter den tetracladinen Schwämmen, die sich nicht bekannten cretacischen Gattungen anzuschliessen scheinen, besitzen zwei — es handelt sich um je in einem Exemplare vorliegenden ohr- oder dickblattförmigen Schwamm ohne Oscula auf beiden Seiten und mit wellig verlaufendem Oberrande, ferner einen birnenförmigen, mit gefurchter Oberfläche versehenen Schwamm, in dessem Scheitel die rundlichen Öffnungen eines lockeren Bündels von Verticalkanälen liegen — ein Skelet, das dem von Zittel in seinen »Studien« von *Spongodiscus radiatus* Zitt. aus der Senonkreide von Evreux bei Rouen auf Taf. X, Fig. 6 abgebildeten sehr ähnlich ist. Es besteht wie dort aus ziemlich grossen, überall mit dicht gedrängt stehenden, rundlichen Wärzchen besetzten vierstrahligen Elementen, bei denen die Enden der Arme nur wenig oder nicht verästelt erscheinen, sondern sich unmittelbar an die Enden benachbarter Elemente anlehnen. Das Skelet des dritten, ebenfalls nur in einem Exemplare vorhandenen Schwammes, das umgekehrt kegelförmige Gestalt besitzt und einer Centralhöhle sowie Oscula und Ostien völlig entbehrt, steht dem der beiden vorgenannten in der Ausbildung der Elemente und der Art ihrer Ver-

bindung nahe, kommt aber vielleicht hinsichtlich der Warzenentwickelung dem von Zittel von *Plinthosella squamosa* Zitt. aus der Mucronatenkreide von Ahlten auf Taf. X, Fig. 5*a* abgebildeten noch näher.

Auch der ebenfalls nur in einem Exemplare vorliegende vierte, ausserordentlich dickwandige, seitlich zusammengedrückt schüsselförmige, auf der Aussenseite etwas knollige bis gelappte, mit langgezogener, ganz seichter Centralhöhe versehene Schwamm, der sich ebenfalls keiner der bekannten cretacischen Gattungen anzureihen scheint, besitzt ein dem von *Spongodiscus radiatus* Zitt. ähnliches Skelet, doch sind die Skeletelemente bei diesem Schwamm bedeutend grösser als bei den drei vorgenannten Schwämmen.

Von diesem Schwamm fertigte ich eine grössere Anzahl von Präparaten an, da ich anfangs glaubte, auf anomocladine Elemente als Fremdkörper gestossen zu sein. Ich glaube aber jetzt, das Vorkommen von anomocladinen Elementen verneinen zu müssen; hingegen erweisen sich die Präparate vielfach verunreinigt durch hexactinellide und vielleicht auch rhizomorine Skelettrümmer, von welchen erstere durch einen gelegentlich vorkommenden besonderen Erhaltungszustand den Anstoss zu der Täuschung gaben. Verunreinigungen durch fremde Skelettrümmer zeigten sich zuweilen auch in den Präparaten anderer Schwämme. Diese Verunreinigungen erfolgten entweder schon beim lebenden Thier oder traten erst bei der Einbettung mit Sediment ein.

Konnten auch unter den algerischen tetracladinen Schwämmen keine cretacischen Gattungen erkannt werden, so kommen andererseits im italienischen Miocän nach Manzoni die cretacischen Gattungen *Astrocladia* Zitt. und *Siphonia* Park. vor. Die Vereinigung von zwei Schwämmen mit der Gattung *Astrocladia* ist nach der von Manzoni gegebenen Beschreibung sowie den Abbildungen, besonders des Skeletes, zweifellos richtig. Unsicher muss indess das Vorkommen von *Siphonia* bleiben, da der ungünstige Erhaltungszustand keine Skeletbeobachtung zuliess.

In der Unterordnung der *Rhizomorina* treten Formen, die im äusseren Habitus und im Kanalsystem Vertretern der nur durch das Skelet zu unterscheidenden Gattungen *Jerea* Lamx. und *Jereica* Zitt. gleichen, in der Individuenzahl stark hervor. Aber nicht ein einziger unter einer grösseren Anzahl mikroskopisch untersuchter Schwämme dieser Formengruppe hat tetracladines Skelet gezeigt, so dass das Vorkommen der von Pomel in 16 Arten beschriebenen Gattung *Jerea* Lamx. im algerischen Tertiär sehr zweifelhaft erscheint. Es dürfte sich bei näherer Untersuchung eines grösseren Materiales herausstellen, dass nicht nur *Jerea* Lamx., sondern auch die in 17 Arten beschriebene

Gattung *Jereopsis* Pom., ferner die in je zwei Arten vertretenen Gattungen *Polyjerea* From. und *Dichojerea* Pom., wenigstens soweit sie tetracladin sein sollen, aus dem algerischen Tertiär zu streichen sind. Schon Zittel hatte gelinde Zweifel über die Richtigkeit der Pomel-schen Bestimmung, die sich in folgender Bemerkung kund thun: »Die Gattung *Jerea* beginnt in der Kreide und reicht möglicherweise bis in's Miocän, wenn einzelne der von Pomel aus Oran beschriebenen Arten wirklich hierher gehören sollten.« Noch deutlicher treten Zittel's Bedenken hervor, indem er in seinem Handbuch völlig über das fragliche Vorkommen von *Jerea* im Tertiär schweigt.

Auch Manzoni erwähnt die augenscheinlich nur in einem Exemplare vertretene Gattung *Jerea* aus dem italienischen Miocän, und zwar unter offenbarer Anlehnung an Pomel, dessen *Jerea latipes* z. B. eine der italienischen ganz analoge Form darstelle; der schlechte Erhaltungszustand liess wiederum ein Studium der Skeletnatur nicht zu. Nun befindet sich aber unter dem von mir gesammelten Material eine mit *Jerea latipes* Pom. oder vielleicht auch *Jerea obesa* Pom. zu identificirende Form, die mit der von Manzoni auf Taf. VII Fig. 44 von *Jerea* gegebenen Abbildung so frappant übereinstimmt, dass man glauben möchte, das Original Manzoni's vor sich zu haben, und auch dieser Schwamm besitzt rhizomorines Skelet. Die Gattung *Jerea* dürfte daher aus dem italienischen Miocän zu streichen sein und somit wahrscheinlich überhaupt aus dem Tertiär.

Dahingegen bin ich der Meinung, dass der grösste Theil der von mir untersuchten »*Jerea* oder *Jereica* ähnlichen« Formen mit der Gattung *Jereica* Zitt. zu vereinigen ist, der sie in der Ausbildung der Skeletelemente, sowie in der Art ihrer Verbindung zu Zügen völlig gleichen. Die nähere Untersuchung eines umfangreicheren Materiales wird sicher ergeben, dass die von Pomel als *Jerea*, *Jereopsis*, *Polyjerea* und *Dichojerea* beschriebenen Schwämme grösstentheils Vertreter der Gattung *Jereica* Zitt. darstellen. Dies hat auch schon Zittel vermuthungsweise ausgesprochen.[1]

Zu seinem Tribus der *Jereae* rechnet Pomel, abgesehen von den Kreidegattungen *Stichophyma* Pom., *Marginospongia* d'Orb., *Elasmojerea* From., *Placojerea* Pom., *Nelumbia* Pom. u. s. w. noch die tertiären Gattungen *Meta* Pom. und *Marisca* Pom. Von den letzten beiden Gattungen, sowie von den von Pomel zu seinem Tribus der *Allomeriae* gestellten Gattungen *Allomera* Pom. und *Pleuromera* Pom. hat Zittel die Ver-

[1] »Höchstwahrscheinlich gehören viele der von Pomel aus dem Miocän von Oran als *Jerea*, *Jereopsis*, *Ishadia*, *Polyjerea* und *Dichojerea* beschriebenen Schwämme zu *Jereica*; eine sichere Bestimmung derselben wird aber erst möglich sein, wenn ihre Mikrostructur untersucht ist.« Studien u. s. w.

muthung ausgedrückt, dass sie sich am besten an die Gattung *Stichophyma* anschliessen dürften.

Ich konnte eine *Meta* untersuchen und kann für diese Pomel'sche Gattung die Zittel'sche Vermuthung als richtig bestätigen, denn nicht nur äussere Form und Kanalsystem entspricht der Gattungsdiagnose von *Stichophyma* völlig, sondern auch das Skelet erweist sich z. B. dem von *Stichophyma turtinata* Röm. sp. aus der Quadratenkreide vom Sutmerberg auf Taf. IV, Fig. 5*a*, 5*b* abgebildeten so nahestehend, dass die Aufstellung der neuen Gattung *Meta* nicht für genügend begründet gehalten werden kann.

Auch Manzoni erwähnt aus dem italienischen Miocän das Genus *Meta* Pom., doch liegen keine Skeletbeobachtungen vor. Die Frage, ob die Gattung *Stichophyma* in's Miocän hineinreicht, oder ob für ähnliche oder gleichgestaltete Körper neue Gattungen erscheinen, kann indess nur durch die nähere Untersuchung eines grösseren Materiales, als es mir vorlag, mit Sicherheit entschieden werden.

Von den einen Theil des Pomel'schen Tribus der Myrmeciae ausmachenden tertiären Gattungen *Tretolopia* Pom., *Adelopia* Pom., *Pliubunia* Pom., *Streblia* Pom. und *Psilobolia* Pom. meint Zittel, dass sie sich in ihrem äusseren Habitus am besten an die Gattung *Astrobolia* Zitt. anschlössen. Ich konnte zwei dieser Gattungen, *Pliobolia* und *Streblia*, und zwar die Arten *Pliobolia vermiculata* Pom. und *Streblia tuberiformis* Pom. untersuchen und kann hinsichtlich der Gattung *Streblia* eine Stütze für die Zittel'sche Meinung anführen, insofern die Untersuchung der Mikrostructur ergeben hat, dass auch in der Form der Skeletelemente eine zweifellose Verwandtschaft mit *Astrobolia* besteht, wenn auch die knorrigen Skeletelemente von *Streblia* in weit stärkerem Maasse mit warzenartigen Höckern oder Dornen besetzt erscheinen, als dies der Fall ist in der Abbildung, die Zittel auf Taf. IV, Fig. 8 von der im Skelet mit *Astrobolia*[1] übereinstimmenden Gattung *Bolidium* Zitt., und zwar von *Bolidium palmatum* Röm. sp. aus der Quadratenkreide des Sutmerberges giebt.

Dahingegen hat *Pliobolia* nichts mit *Astrobolia* zu thun; die Skeletkörperchen sind viel schlanker als bei *Astrobolia*, nicht mit warzenartigen Höckern, sondern mit spitzen Dornen versehen. Es dürfte daher eher, wie dies Zittel in seinen »Studien« an anderer Stelle ausspricht, *Pliobolia* sich an die Gattung *Chonella* Zitt. reihen, mit der sie im Skelet allerdings grosse Ähnlichkeit zeigt. Immerhin dürfte aber eine Vereinigung mit dieser Gattung nicht zulässig sein, um so weniger, da die bei *Pliobolia* auf der inneren Wand auftretenden, von radial

[1] Von der Gattung *Astrobolia* liegt keine Skeletabbildung vor.

ausstrahlenden Furchen umgebenen Öffnungen doch ein zu auffälliges, bei *Chonella* unbekanntes Merkmal bilden.

Der Gattung *Chonella* dürften sich nach Zittel ausser *Pliobolia* noch die Gattungen *Cnemaulax* Pom., *Spongoconia* Pom. und *Taseoconia* Pom. anschliessen. Für die Gattung *Cnemaulax* Pom. haben meine Skeletuntersuchungen an zwei Exemplaren diese Zittel'sche Vermuthung bestätigt gefunden. Auch ein nur in einem etwa handgrossen Bruchstück vorliegender tellerförmiger Schwamm zeigt in seiner Skeletausbildung, ebenso wie die beiden Exemplare von *Cnemaulax*, eine so auffallende Übereinstimmung mit *Chonella*, dass ich nicht anstehe, diese drei Schwämme mit der Gattung *Chonella* Zitt. zu vereinigen. Die Pomel'schen Gattungen *Spongoconia* und *Taseoconia* befinden sich nicht unter meinem Material.

Dagegen irrt Zittel meines Erachtens in der Annahme, dass die Gattungen *Scytophymia* Pom. und *Pleurophymia* Pom. sich wahrscheinlich der recenten Gattung *Corallistes* O. Schm. (emend. Zittel) anschliessen. Meine Skeletuntersuchungen von *Pleurophymia* und *Scytophymia* haben vielmehr eine grössere Verwandtschaft mit *Verruculina* Zitt. ergeben, mit der sie im äusseren Habitus völlig, in der Skeletausbildung angenähert übereinstimmen. Wenigstens ergab die Skeletuntersuchung einer *Pleurophymia*, vielleicht *sessilis* oder *ambigua* Pom. und einer *Scytophymia sp.* eine weitaus grössere Übereinstimmung mit dem von Zittel von *Verruculina seriatopora Roem. sp.* aus der Mucronatenkreide von Ahlten auf Taf. IV, Fig. 1*b*, als mit dem von *Corallistes* auf Taf. I, Fig. 1 und 2 abgebildeten Skelet, dessen Elemente gedrungener und weniger reich gegliedert erscheinen. Die Gattung *Verruculina* dürfte mithin vielleicht noch in's Tertiär hineinreichen, stirbt hier aber aus, denn die im äusseren Habitus sonst völlig *Verruculina* gleichende recente Gattung *Azorica* Cart.[1] kann nicht, wie dies Zittel schon hervorhob, mit *Verruculina* vereinigt werden, da sich die Skeletelemente von *Verruculina* sehr bestimmt durch ihre knorrige Beschaffenheit von den glatten und an den Enden verzweigten Elementen von *Azorica* unterscheiden und überdies erheblich grösser sind.

Mit der recenten Gattung *Mac Andrewia* Gray haben *Pleurophymia* und *Scytophymia*, wie dies Zittel an anderer Stelle vermuthungsweise ausspricht — wenigstens in den untersuchten Exemplaren — absolut nichts zu thun.

---

[1] *Azorica* unterscheidet sich von der sonst in Gestalt und Skelet ganz übereinstimmenden Gattung *Leiodermatium* O. Schm. nur dadurch, dass bei *Azorica* die Oscula auf der Innen- oder Oberseite, bei *Leiodermatium* auf der Aussen- oder Unterseite liegen.

Wenn nun auch die POMEL'schen Gattungen *Pleurophymia* und *Scytophymia* sich nicht, wie dies ZITTEL vermuthete, an die recente Gattung *Corallistes* anschliessen, so konnte doch bei einem anderen Schwamm die Zugehörigkeit zur Gattung *Corallistes* mit ziemlicher Sicherheit erkannt werden. Der dickwandige, schüsselförmige Schwamm zeigt in der Ausbildung der unregelmässig ästigen an Stamm und an den Ästen mit knorrigen Warzen versehenen Elemente eine grosse Übereinstimmung mit dem von ZITTEL auf Taf. I, Fig. 1 und 2 von *Corallistes microtuberculatus* O. SCHM. von Cap Verde und von *Corallistes nolitangere* O. SCHM. von Florida abgebildeten Skelet, und in seinem äusseren Habitus ähnelt er so auffällig dem letztgenannten Schwamm, dass man glauben möchte, dieselbe Art vor sich zu haben.

Wie *Verruculina* ZITT., so reicht wahrscheinlich auch noch eine andere, in der äusseren Form *Verruculina* verwandte Kreidegattung, nämlich *Seliscothon* ZITT., ins Miocän.

Es liegt allerdings nur ein Bruchstück vor, das aber deutlich auf der Aussen- oder Unterseite die für *Seliscothon* charakteristischen dünnen, radialen, senkrechten, durch spaltförmige Zwischenräume von gleicher Breite getrennten Lamellen zeigt. Die Innenseite ist mit zahlreichen porenförmigen Ostien bedeckt. Das Skelet stimmt völlig mit dem von ZITTEL auf Taf. IV, Fig. 2*b* von *Seliscothon explanatum* RÖM. sp. aus der Mucronatenkreide von Ahlten abgebildeten überein. Die Gattung *Seliscothon* sollte nach DÖDERLEIN[1] sogar bis in die Jetztzeit reichen. Doch vereinigte SOLLAS[2] später *Seliscothon chonelleides* DÖDERLEIN mit der recenten Gattung *Azorica*, was LENDENFELD[3] wiederum nicht anerkannte, indem er den Schwamm der Gattung *Leiodermatium* zuwies.[4] Wie *Verruculina*, so erlischt auch *Seliscothon* wohl zweifellos im Tertiär.

Aus dem italienischen Miocän erwähnt MANZONI die nur in einem einzigen Exemplare vorliegende Gattung *Chenendopora* LAMX. MANZONI bildet den Schwamm ab, nicht aber das Skelet, das schlecht erhalten ist, von dem er aber glaubt feststellen zu können, dass es dem von ZITTEL auf Taf. V, Fig. 13 und 14 abgebildeten gleiche. Das Vorkommen dieser einzigen rhizomorinen Lithistide im Miocän Italiens ist daher nicht ganz sichergestellt.

Für die endlich von ZITTEL vertretene Meinung, dass ein Theil der von POMEL als *Jerea*, *Polyjerea*, *Jereopsis* und *Marisca* beschriebe-

[1] Studien an japanischen Lithistiden, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XL, S. 66, 1883.

[2] Challenger Report Bd. XXV, p. 349.

[3] Das Thierreich, *Porifera*, *Tetraxonia*, im Auftrage d. Akad. d. Wiss. herausgegeben von F. E. SCHULZE.

[4] Siehe Anmerkung 1 S. 955.

nen Schwämme sich viel eher an die recente Gattung *Pomelia* Zitt., der verschiedene von ihnen äusserlich ungemein nahe ständen als an die cretacischen Jerea- und Jereica-Formen anschliessen, haben meine Untersuchungen an dem vorhandenen Material, vielleicht nur wegen seines vergleichsweise geringen Umfanges, keine Belege ergeben.

In der Ordnung der *Hexactinellida*, vertreten durch die Unterordnung der *Dictyonina*, herrscht die durch einen grossen Formenreichthum sich auszeichnende Gattung *Craticularia* Zitt. (*Laocoetis* Pom.) weitaus vor. Die daneben von Pomel beschriebenen Gattungen *Aphrocallistes* Gray (*Badinskia* Pom.), *Tretostamnia* Pom. und *Placochlaenia* Pom. treten dagegen in Arten- und Individuenzahl völlig in den Hintergrund. Dies ist auch der Fall in dem von mir gesammelten Material, das eine stattliche Anzahl Craticulariden, *Aphrocallistes* hingegen nur in einem Exemplar, *Tretostamnia* und *Placochlaenia* aber gar nicht beherbergt. Dafür fand sich darunter aber ein Schwamm, der sich vielleicht an *Pleurostoma* Röm. anschliesst, ferner ein kleiner knolliger, mit breiter Basis aufgewachsener und mit unregelmässig zerstreut liegenden Osculis sowie theilweise mit poröser Kieselhaut versehener Schwamm, der, gleichfalls wie der vorgenannte, von Pomel nicht erwähnt, bekannten cretacischen Gattungen sich nicht anzuschliessen scheint und daher vielleicht als Vertreter einer neuen tertiären oder auch lebenden Gattung zu gelten hat.

Paläontologische Folgerungen.

Pomel beurtheilt den Gesammtcharakter der algerischen miocänen Spongienfauna folgendermaassen: »C'est un total de cent vingt-cinq espèces qui constitue une faune très analogue à cette des terrains crétacées moyen et supérieur, mais qui a également des caractères propres.«

Zittel äussert sich über die Lithistidenfauna ähnlich: »Im Gesammthabitus scheint mir indess die Lithistidenfauna aus dem Miocän von Oran mindestens ebenso eng an die lebenden Formen anzuschliessen als an jene der Kreideformation.«

Die vorläufige Untersuchung eines im Vergleich zum Pomel'schen wenig umfangreichen Materiales lässt natürlich kein endgültiges Urtheil zu über das paläontologische Verhalten der miocänen Spongienfauna zu jener der Kreide- und Jetztzeit. Es verdient indessen hervorgehoben zu werden, dass, soweit eben Untersuchungen über die allein entscheidende Mikrostructur der miocänen Spongien vorliegen, diese in Verbindung mit dem äusseren Habitus auf weitaus engere Beziehungen der miocänen Fauna zu jener der oberen Kreide- als zu der der Jetztzeit hinzuweisen scheint.

In dieser Meinung befinde ich mich in Übereinstimmung mit Manzoni, der für die miocäne Spongienfauna Italiens sogar noch weiter geht und zum Schlusse seiner Abhandlung, wörtlich übersetzt, sagt: »Der allgemeine Eindruck, den man aus der Gesammtheit und den Einzelheiten der Kieselschwämme aus dem mittleren Miocän erhält, ist der, dass es sich um die directe Fortsetzung der cretacischen Spongienfauna handelt; so sehr wiederholen diese Miocänspongien in ihrer gesammten Formausbildung und Structur die Facies jener Schwämme der oberen Kreide Europas.«

Folgende tabellarische Übersicht, in die auch die von Manzoni aus dem italienischen Miocän bekannt gemachten Gattungen aufgenommen sind, dürfte die gewonnenen Resultate am besten zusammenfassend darstellen, wobei allerdings bemerkt werden muss, dass eine Anzahl der aufgeführten Gattungen nicht absolut sicher identificirt werden konnten:

	Jura	Kreide	Algerien	Italien	Jetztzeit
			Miocän		
Pachastrella		+	+		+
Astrocladia		+		+	
Siphonia		+		+	
Jereica		+	+		
Stichophyma		+	+		
Astrobolia		+	+		
Chonella		+	+		
Verruculina		+	+		
Corallistes			+		+
Seliscothon		+	+		
Chenendopora		+		+	
Craticularia	+	+	+	+	
Aphrocallistes		+	+		+
Pleurostoma		+	+		
Tretostamnia			+	+	
Placochlaenia			+		

Es muss indessen hervorgehoben werden, dass diese Tabelle bei den Lithistiden die Formen, die sich nicht bekannten Kreidegattungen anschliessen, nicht berücksichtigt und dass die Frage offen bleiben muss, inwieweit diese Formen selbständige tertiäre Gattungen darstellen oder vielleicht recenten Gattungen angehören. So befindet sich unter dem von mir gesammelten Materiale auch die Pomel'sche Gattung *Angidia*, ferner eine andere von Pomel nicht beschriebene rhizomorine Gattung, die sich durch unregelmässig gelappt knollige, auf der (?) Oberseite mit unregelmässig verlaufenden Furchen versehene Ge-

stalt auszeichnet. Pomel beschreibt nun aber eine grosse Anzahl offenbar fossil neuer, in meinem Material nicht enthaltener Formen, die noch der wissenschaftlichen Untersuchung und des Vergleiches mit recenten Lithistiden harren. Der vorstehenden Tabelle ist daher bezüglich der Beurtheilung des Verwandtschaftsverhältnisses der miocänen Spongienfauna zu jener der Kreide- und Jetztzeit nur ein bedingter Werth beizumessen.

Trotz der Reichhaltigkeit des Pomel'schen Materiales kann es indessen nicht den Anspruch erheben, die Spongienfauna des Djebel Djambeïda erschöpfend zu umfassen, da sich schon in meiner nur wenig umfangreichen Collection, wie eben erwähnt, einige Formen vorfinden, die die Pomel'sche Monographie nicht kennt. Weit erschöpfender dürfte da hingegen das von der Familie Louer seit langen Jahren gesammelte Material sein, das ich leider, wie eingangs erwähnt, nicht sah und das auch wohl, soweit es sich noch im Besitze der Familie befindet, nur schwer der Bearbeitung zugänglich sein dürfte. Deshalb ist es um so mehr zu bedauern, dass das Pomel'sche Material, das ich unter der gefälligen Führung des Mitarbeiters an der algerischen geologischen Landesaufnahme Hrn. Prof. Doumergue in der Collection du service des mines in Oran in Augenschein nehmen durfte, nur noch aus dürftigen Resten besteht. Sind die Originale zum Theil in andere Sammlungen übergegangen oder hat Pomel seine Originale nur zum Theil bewahrt?

Das in Algier in den Sammlungen der École supérieure des sciences liegende Material kann sich im Umfange mit dem von mir gesammelten nicht messen, dürfte aber bei einer eventuellen monographischen Bearbeitung der algerischen Miocänspongien auch nicht unberücksichtigt bleiben. Von vorhandenem weiteren Material ist mir durch die Mittheilung von Hrn. Prof. Ficheur in Algier nur noch bekannt, dass Prof. Choffat vor Jahren im Djebel Djambeïda eine grössere Collection Spongien zusammengebracht haben soll.

Geologische Folgerungen.

Pomel's wichtige Entdeckung der auch an Hexactinelliden reichen Spongienfauna im Miocän Algeriens erschütterte zuerst[1] die bis dahin auf Grund der bekannten bathymetrischen Verbreitung der lebenden

[1] Ich sehe hierbei ab von dem zum Theil schon früher bekannten Vorkommen von Hexactinelliden bezw. Skelettrümmern von solchen im Eocän von Brüssel *(? Farrea)* und von Biarritz *(Guettardia)*, sowie im Miocän von Russland *(Aphrocallistes)* und von Ruditz in Mähren *(? Farrea)* u. a., die bereits schon zum Nachdenken Veranlassung gegeben hatten.

und der Art und Weise des Vorkommens der fossilen Hexactinelliden allgemein vertretene Annahme, dass auch die fossilen Hexactinelliden ausschliesslich Tiefseebewohner gewesen seien. Neuere Tiefseeforschungen haben die Kenntniss der Existenzbedingungen und bathymetrischen Verbreitung der lebenden Hexactinelliden bedeutend erweitert, und zuletzt ist auch durch die Deutsche Valdivia-Tiefseeexpedition das Vorkommen von Hexactinelliden in verhältnissmässig geringen Tiefen nachgewiesen worden.

F. E. Schulze schreibt in seinem grossen Werke über die Hexactinelliden der Valdivia-Expedition: »In dem untersuchten Terrain sind die Bodentiefen von 500 bis 1000 m am reichsten an Hexactinelliden, nach oben zu (bis zu 100 m) findet eine deutliche Abnahme und nach unten (bis zu 5000 m) ebenfalls eine allmähliche Abnahme des Hexactinelliden-Reichthums statt.« Eine Tiefe aber von etwa 100 m für die Bildungsstätte der miocänen Spongienschichten Algeriens und Italiens anzunehmen, bietet vielleicht nur hinsichtlich der Orte eine Schwierigkeit, wo Spongien vergesellschaftet mit einer Mollusken- und Echinidenfauna vorkommen.

Im Becken der Beni-bou-Mileuk kommen nach A. Brives die Spongien in sandigen Mergeln zusammen mit Korallen, Bryozoen und auch Clypeastern, sowie zahlreich *Pecten latissimus* und *Ostrea cartenniensis* vor, wovon ich die Begleitfauna sah, nicht aber Spongien (nach Brives *Laocoetis* (*Craticularia* Zitt.) Pom. und *Jerea* Pom.), die hier daher sehr selten sein müssen.

Nicht Zufall dürfte es sein, dass da, wo die Spongienfauna, sowohl Hexactinelliden als auch Lithistiden, ausserordentlich reich entwickelt ist wie in den Mergeln des Djebel Djambeïda, diese Begleitfauna mit Ausnahme der Bryozoen fehlt. Es liegt nahe, in dem Fehlen dieser Begleitfauna und dem Reichthum an Spongien einen ursächlichen Zusammenhang zu erblicken und anzunehmen, dass die Spongienschichten hier in tieferem Wasser sich abgesetzt haben.

Für die allerdings nur spärlich im Miocän der Provinzen Bologna und Modena entwickelte Hexactinelliden- und Lithistidenfauna (*Craticularia*, *Tretostamnia* und vier Lithistidengattungen) nimmt Manzoni geradezu eine litorale Lebensweise in Anspruch.

In der Umgegend von Montese und von Santa Maria Vigliana, wo nur einige wenige Exemplare von *Craticularia* mit verkalktem Skelet von Manzetti und Manzoni gefunden wurden, ist die Fundstätte sowohl ein groben Molassebänken eingeschalteter thoniger Mergel als auch die Molasse selbst, deren Mollusken- und Echinidenführung auf eine ausgesprochene Strandbildung mittelmiocänen Alters hindeute.

Reichere Ausbeute an Spongien mit fast durchweg secundär verkieseltem Skelet haben in der Umgegend von Jola, Serra de Guidoni und Maserna sandige Mergelschichten geliefert, die in einer Erstreckung von einigen Kilometern »oasenartig« von der miocänen Molasse umschlossen werden, die hier unmittelbar die Mergelmolasse des Schlier überlagert.

Es ist nun bezeichnend, dass auch hier, wo in den Mergelschichten die Spongien zahlreicher auftreten, sich wieder, wie ein Djebel Djambeïda, die Abwesenheit der sonst für die Molasse Italiens charakteristischen reichen Mollusken- und Echinidenfauna geltend macht, was auch wieder auf einen Absatz in vielleicht tieferem Wasser hinweist.

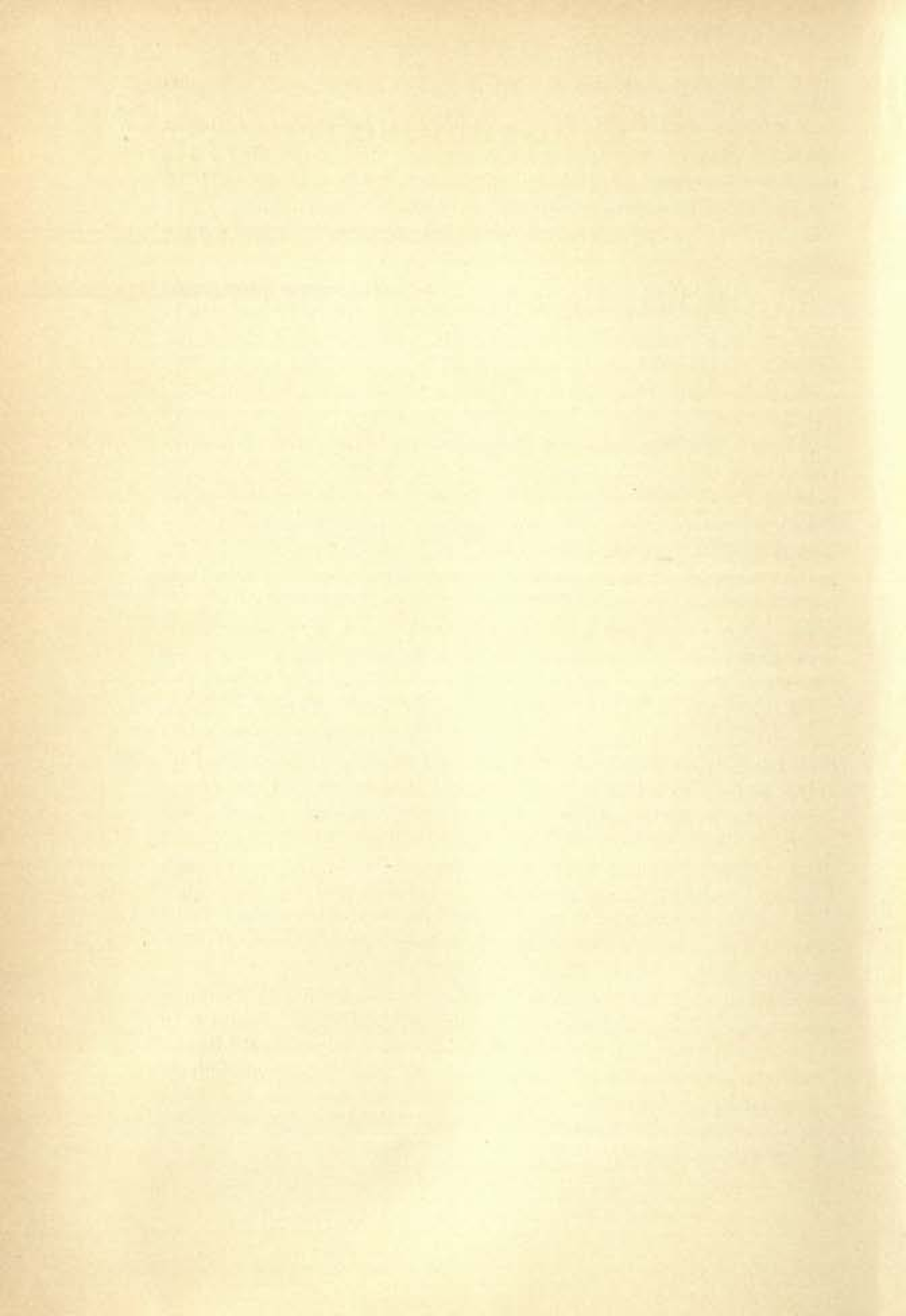
Der absolute Mangel an Spongien im Schlier der Provinzen Bologna und Modena ist Manzoni ein weiterer Beweis dafür, dass diese Organismen — für die algerischen Spongienvorkommen schliesst er es wegen mangelnder einschlägiger Angaben Pomel's auf inductivem Wege — während der Miocänperiode im Mittelmeerbecken in der Hauptsache eine litorale Lebensweise geführt haben.

Demgegenüber muss hervorgehoben werden, dass der allerdings auffallende Mangel des Schlies, dem theilweise sogar ein Absatz im tiefen Wasser nachgesagt wird, an Spongien noch nicht diesen generellen Schluss rechtfertigt, wenn man bedenkt, ein wie kleiner Bruchtheil der Ablagerungen des Schliermeeres, zumal im Gebiete des heutigen Mittelmeerbeckens, überhaupt der Beobachtung zugänglich ist.

Auch die Annahme einer litoralen Lebensweise der algerischen und italienischen Miocänspongien macht der Befund durchaus nicht zwingend, denn, wie wir vordem sahen, tritt in beiden Gebieten die Spongienfauna nur dort reich bezw. bemerkenswerth auf, wo die petrographische Beschaffenheit des Gesteins einem Absatz in tieferem Wasser nicht widerspricht und ausserdem die sonst auftretende, einen litoralen Charakter besitzende reiche Mollusken- und Echinidenfauna fehlt. Wir haben daher anzunehmen, dass in beiden Gebieten die Spongienfauna in der Hauptsache in mässig tiefem Wasser (Seichtwasser) gedieh.

Und damit befinden wir uns völlig auf dem Boden der Erkenntniss, den unsere Tiefseeforschungen über die bathymetrische Verbreitung der recenten Spongien, nicht nur Lithistiden, sondern auch Hexactinelliden — die allerdings weniger häufig im Seichtwasser vorkommen — geschaffen haben.

Ausgegeben am 10. Januar 1907.



1906.

LIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

20. December. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

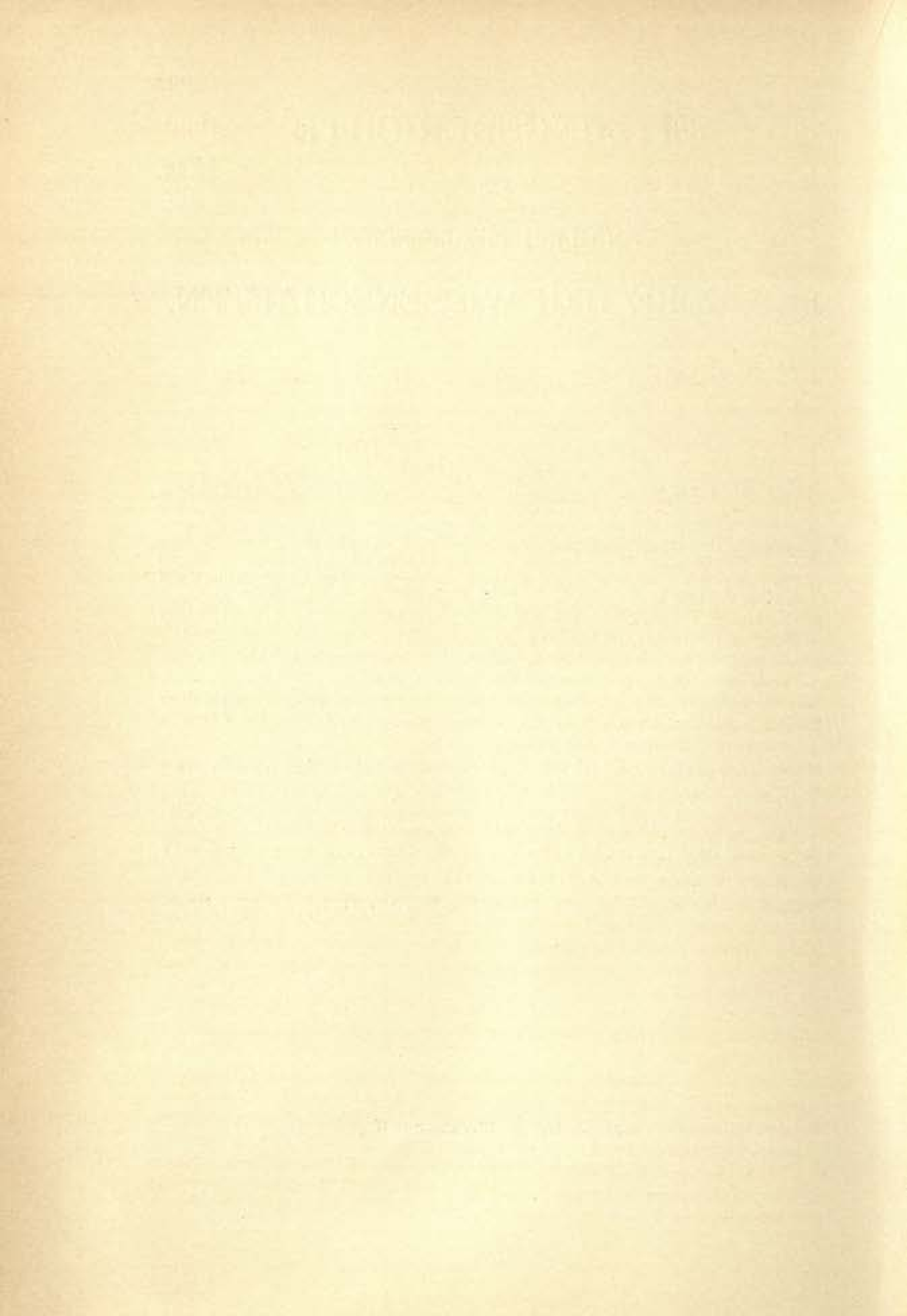
Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Harnack las über die zweite Quelle des Matthäus und Lucas [Q].

Durch sorgfältige Beachtung des Sprachgebrauchs der beiden Evangelisten lässt sich die Quelle noch mit ziemlicher Sicherheit nach Umfang und Wortlaut bestimmen; aus dem Sondergut eines jeden von ihnen und aus der indirecten Überlieferung kann ihr aber kaum etwas zugewiesen werden. Q stellt sich als eine aramäisch niedergeschriebene, von Matthäus und Lucas in derselben Übersetzung benutzte Sammlung von Reden und Sprüchen des Messias Jesus dar, die nichts von der Leidensgeschichte, ja kaum einen Hinweis auf das Leiden, enthält. Q ist älter als Marcus, also von ihm unabhängig, und bietet eine feste Grundlage für die Kenntniss der Verkündigung Jesu. Gegen die Identificirung mit der von einem uralten Zeugen genannten Logia-Sammlung des Apostels Matthäus lassen sich keine Einwendungen erheben, andererseits aber auch nicht bestimmte Argumente für sie geltend machen.

2. Derselbe legte vor: Des hl. Irenäus Schrift »Zum Erweise der Apostolischen Verkündigung« in armenischer Version entdeckt, herausgegeben und ins Deutsche übersetzt von Lic. Dr. Karapet Ter-Mĕkĕrttschian und Lic. Dr. Erwand Ter-Minassiantz, mit einem Nachwort und Anmerkungen von A. Harnack. (Texte und Untersuchungen zur Geschichte der altchristlichen Literatur. Bd. 31. H. 1.) Leipzig 1907.

Ausgegeben am 10. Januar 1907.



VERZEICHNISS DER VOM 1. DECEMBER 1905 BIS 30. NOVEMBER 1906 EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

(Die Schriften, bei denen kein Format angegeben ist, sind in Octav. — Die mit * bezeichneten Schriften betreffen mit akademischen Mitteln ausgeführte Unternehmungen oder sind mit Unterstützung der Akademie erschienen.)

Deutsches Reich.

Wissenschaftliche Abhandlungen der Kaiserlichen Normal-Eichungs-Kommission. Heft 6. Berlin 1906.

Übersicht über die Geschäftstätigkeit der Eichbehörden während des Jahres 1904. Hrsg. von der Kaiserlichen Normal-Eichungs-Kommission. Berlin 1906. 4.

Mitteilungen aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. 22 Sep.-Abdr.

Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte. Jahrg. 28. Jahrg. 29. N. 1. Hamburg 1905. 06. 4.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1904. Beobachtungs-System der Deutschen Seewarte. Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen an 10 Stationen II. Ordnung usw. Jahrg. 27. Hamburg 1905. 4.

Jahresbericht über die Tätigkeit der Deutschen Seewarte. 28. 1905. Hamburg 1906.

Tabellarischer Wetterbericht. Hrsg. von der Deutschen Seewarte. Jahrg. 30. N. 182–365. Jahrg. 31. N. 1–273. Hamburg 1905. 06. 2.

Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. Bd. 17. Heft 4. Berlin 1906.

Berichte über Land- und Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. Hrsg. vom Kaiserlichen Gouvernement von Deutsch-Ostafrika (Biologisch-Landwirtschaftliches Institut in Amani). Bd. 2. Heft 6–8. Bd. 3. Heft 1. Heidelberg 1905–06.

Jahrbuch des Kaiserlich Deutschen Archäologischen Instituts. Bd. 20. Heft 2–4. Bd. 21. Heft 1–3. Ergänzungsheft 6. Berlin 1905–06.

Mitteilungen des Kaiserlich Deutschen Archäologischen Instituts. Athenische Abteilung. Bd. 30. Bd. 31. Heft 1. 2. Athen 1905. 06. — Römische Abteilung. Bd. 20. Rom 1905.

Römisch-Germanische Kommission des Kaiserlichen Archäologischen Instituts. Bericht über die Fortschritte der römisch-germanischen Forschung im Jahre 1904. Frankfurt a. M. 1905.

Der obergermanisch-raetische Limes des Roemerreiches. Im Auftrage der Reichs-Limeskommission hrsg. von Oscar von Sarwey und Ernst Fabricius. Lief. 25–27. Heidelberg 1905–06. 4.

Neues Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde. Bd. 31. Heft 2. 3. Bd. 32. Heft 1. Hannover und Leipzig 1906.

Monumenta Germaniae historica inde ab anno Christi 500 usque ad annum 1500 ed. Societas aperiendis fontibus rerum Germanicarum medii aevi. Legum Sectio IV. Constitutiones et acta publica imperatorum et regum. Tom. 3. Pars 2. Tom. 4. Pars 1. Necrologia Germaniae. Tom. 3. Scriptores. Tom. 32. Pars 1. Scriptores qui vernacula lingua usi sunt. Tom. 6. Pars 1. Berolini, bezw. Hannoverae et Lipsiae 1905–06. 4.

Scriptores rerum Germanicarum in usum scholarum ex Monumentis Germaniae historicis separatim editi. Annales Mettenses priores. Primum recogn. B. de Simson. Hannoverae et Lipsiae 1905.

Nova Acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Germanicae naturae curiosorum. Tom. 82–84. Halle 1904–05. 4.

Leopoldina. Amtliches Organ der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft 41. N. 11. 12. Heft 42. N. 1–10. Halle a. S. 1905. 06. 4.

Katalog der Bibliothek der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher. Bd. 3. Lief. 1. Halle 1905.

Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft. Jahrg. 38. N. 16–18. Jahrg. 39. N. 1–15. Berlin 1905. 06.

Deutsche chemische Gesellschaft. Mitglieder-Verzeichniss. 1906.

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. 56. Heft 4. Bd. 57. Bd. 58. Heft 1. Berlin 1904–06.

Die Fortschritte der Physik dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Jahrg. 60. 1904. Abt. 3. Braunschweig 1905.

Verhandlungen der Deutschen Röntgen-Gesellschaft. Bd. 1. Hamburg 1905. 4.

Mitteilungen des Deutschen Seefischerei-Vereins. Bd. 21. N. 12. Bd. 22. N. 1–10. Berlin 1905. 06.

Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes. Hrsg. von der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. 12. N. 2. Leipzig 1906.

Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. 59. Heft 4. Bd. 60. Heft 1–3. Leipzig 1905. 06.

Veröffentlichungen des Königl. Preußischen Geodätischen Institutes. Neue Folge. N. 22–29. (N. 26 in 3 Ex.) Potsdam, bezw. Berlin 1905–06. 8. und 4.

Centralbureau der Internationalen Erdmessung. Neue Folge der Veröffentlichungen. N. 12. 13. Berlin 1906. 4.

Bericht über die Tätigkeit des Königlich Preußischen Meteorologischen Instituts im Jahre 1905. Berlin 1906.

Veröffentlichungen des Königlich Preußischen Meteorologischen Instituts. Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen II. und III. Ordnung im Jahre 1900. — Ergebnisse der Magnetischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1901. — Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1902. — Ergebnisse der Niederschlags-Beobachtungen im Jahre 1902. Berlin 1905–06. 4.

Anleitung zur Anstellung und Berechnung meteorologischer Beobachtungen. 2. Aufl. Tl. 1. 2. 1904. 05.

Hellmann, G. Die Niederschläge in den Norddeutschen Stromgebieten. Bd. 1–3. Berlin 1906.

———. Regenkarte von Deutschland. Berlin 1906. 4.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen hrsg. von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. Bd. 7. Abt. Helgoland. Heft 2. Bd. 9. Abt. Kiel. Kiel und Leipzig 1906. 4.

Abhandlungen der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt und Bergakademie. Neue Folge. Heft 41. 45. 47 nebst Atlas. 49. Berlin 1905–06. 8. und 4.

Jahrbuch der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin. Bd. 23. 1902. Berlin 1905.

Potonié, H. Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste der palaeozoischen

und mesozoischen Formationen. Hrsg. von der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt u. Bergakademie. Lief. 3. Berlin 1905.

Bericht über die Tätigkeit des Königlichen Materialprüfungsamtes der Technischen Hochschule Berlin. 1904. 1905. 4. Sep.-Abdr.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preussischen Staate. Bd. 53. Heft 4. Statistische Lief. 3. Bd. 54. Heft 1–4. Statistische Lief. 1. 2. Sonderheft: Die Verhandlungen und Untersuchungen der Preussischen Stein- und Kohlenfall-Commission. Heft 7. Berlin 1905. 06. 4.

Landwirtschaftliche Jahrbücher. Bd. 34. Heft 6. Ergänzungsbd. 3. Bd. 35. Heft 1–5. Ergänzungsbd. 1–3. Berlin 1905. 06.

Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin. Bd. 3. Heft 2. Berlin 1906.

Ergebnisse der Arbeiten des Königlich Preußischen Aeronautischen Observatoriums bei Lindenberg. Bd. 1. 1905. Braunschweig 1906. 4.

Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. Bd. 15. Stück 3–6. Bd. 16. Bd. 18. Stück 1. Potsdam 1903–06. 4.

Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1908. Hrsg. von dem Königlichen Astronomischen Recheninstitut. Berlin 1906.

Preußische Statistik. Hrsg. vom Königlich Preußischen Statistischen Landesamt in Berlin. Heft 172. Th. 1. 174. 185. 191. Tl. 1. Hälfte 1. 2. Tl. 2. Heft 195–198. Berlin 1905–06. 4.

Zeitschrift des Königlich Preussischen Statistischen Landesamts. Jahrg. 45. Abt. 2. 3. Jahrg. 46. Berlin 1905. 06. 4.

Broesike, Max. Vorläufige Ergebnisse der Volkszählung vom 1. Dezember 1905 im Königreiche Preußen sowie in den Fürstentümern Waldeck und Pyrmont. Berlin 1906. 4.

Statistik der preußischen Landesuniversitäten für das Studienjahr Ostern 1902-03. (Preußische Statistik. Heft 193.) Berlin 1905. 4.

Berliner Klassikertexte. Hrsg. von der Generalverwaltung der Kgl. Museen zu Berlin. Heft 3. 4. Berlin 1905. 06.

Königliche Museen zu Berlin. Verzeichnis der in der Formerei der Königl. Museen käuflichen Gipsabgüsse. Berlin 1906.

Mitteilungen des Seminars für Orientalische Sprachen an der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin. Jahrg. 8. 9. Berlin 1905. 06.

Quellen und Forschungen aus Italienischen Archiven und Bibliotheken. Hrsg. vom Koenigl. Preussischen Historischen Institut in Rom. Bd. 8. Heft 2. Bd. 9. Heft 1. Rom 1905. 06.

*Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Im Auftrage der Königl. preuss. Akademie der Wissenschaften hrsg. von A. Engler. Heft 22–25. Leipzig 1905–06. 2 Ex.

*Das Tierreich. Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen. Begründet von der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. Im Auftrage der Königl. Preuß. Akademie der Wissenschaften zu Berlin hrsg. von Franz Eilhard Schulze. Lief. 21. 22. Berlin 1906. 05. 2 Ex.

*Acta Borussica. Denkmäler der Preußischen Staatsverwaltung im 18. Jahrhundert. Hrsg. von der Königlichen Akademie der Wissenschaften. Behördenorganisation und allgemeine Staatsverwaltung. Bd. 8. Berlin 1906.

*Commentaria in Aristotelem Graeca edita consilio et auctoritate Academiae Litterarum Regiae Borussicae. Vol. 13. Pars 2. Ioannis Philoponi in Aristotelis Analytica priora commentaria ed. Maximilianus Wallies. Berolini 1905.

*Corpus inscriptionum Latinarum consilio et auctoritate Academiae Litterarum Regiae Borussicae editum. Vol. 13. Inscriptiones trium Galliarum et Germaniarum latinae. Pars 3. Instrumentum domesticum. Ed. Oscar Bohn. Fasc. 2. Berolini 1906. 2.

*Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen. Bd. 31. Berlin 1906. 2 Ex.

*Wilhelm von Humboldts Gesammelte Schriften. Hrsg. von der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 5 = Abt. 1: Werke. Hrsg. von Albert Leitzmann. Bd. 5. Berlin 1906.

*Ibn Saad. Biographien Muhammeds, seiner Gefährten und der späteren Träger des Islams bis zum Jahre 230 der Flucht. Im Auftrage der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften hrsg. von Eduard Sachau. Bd. 1. Th. 1. Bd. 4. Tl. 1. Bd. 5. Leiden 1905-06. 4.

*Die antiken Münzen Nord-Griechenlands. Unter Leitung von F. Imhoof-Blumer hrsg. von der Kgl. Akademie der Wissenschaften. Bd. 3. Makedonia und Paionia, bearb. von Hugo Gaebler. Abt. 1. Berlin 1906.

*Deutsche Texte des Mittelalters hrsg. von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 3. Johanns von Würzburg Wilhelm von Österreich. Bd. 6. Elsbet Stagel, Das Leben der Schwestern zu Töß. Bd. 7. Die Werke Heinrichs von Neustadt. Berlin 1906.

*Theodosiani libri XVI cum constitutionibus Sirmondianis et leges novellae ad Theodosianum pertinentes consilio et auctoritate Academiae Litterarum Regiae Borussicae ed. Th. Mommsen et Paulus M. Meyer. Vol. 2. Berolini 1905.

*Thesaurus linguae Latinae editus auctoritate et consilio Academiarum quinque Germanicarum Berolinensis Gottingensis Lipsiensis Monacensis Vindobonensis. Vol. 2. Fasc. 8-10. Vol. 4. Fasc. 1. Lipsiae 1905-06. 4.

*Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung. Bd. 2. Fb: Schiemenz, Paulus. Die Pteropoden. Gg: Vávra, V. Die Ostracoden. Bd. 3. La: Brandt, Karl. Die Tintinnodeen. Atlas und Tafelerklärungen. Lh3: Borgert, A. Atlanticellidae. Kiel und Leipzig 1905-06. 4. 2 Ex.

*Diels, L. Die Pflanzenwelt von West-Australien südlich des Wendekreises. Ergebnisse einer im Auftrag der Humboldt-Stiftung der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften 1900-1902 unternommenen Reise. Leipzig 1906. (Die Vegetation der Erde. VII.) 2 Ex.

*Vocabularium Iurisprudentiae Romanae iussu Instituti Savigniani compositum. Tom. 2. Fasc. 1. Berolini 1906.

*Die griechischen christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte. Hrsg. von der Kirchenväter-Commission der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften. Clemens Alexandrinus. Bd. 2. Eusebius. Bd. 4. Leipzig 1906.

Texte und Untersuchungen zur Geschichte der altchristlichen Literatur. Archiv für die von der Kirchenväter-Commission der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften unternommene Ausgabe der älteren christlichen Schriftsteller. Neue Folge. Bd. 14. Heft 4. Leipzig 1906.

*Ascherson, Paul, und Graebner, Paul. Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Lief. 37-43. Leipzig 1905-06.

*de Boor, Carolus. Excerpta de insidiis. Berolini 1905. (Excerpta historica iussu imp. Constantini Porphyrogeniti confecta ed. U. Ph. Boissevain, C. de Boor, Th. Büttner-Wobst. Vol. 3.)

*Crönert, Wilhelm. Kolotes und Menedemos. Texte und Untersuchungen zur Philosophen- und Literaturgeschichte. Leipzig 1906. 4. (Studien zur Palaeographie und Papyruskunde. Hrsg. von C. Wessely. VI.)

*Faust, Edwin Stanton. Die tierischen Gifte. Braunschweig 1906.

*Fischer, Albert. Das deutsche evangelische Kirchenlied des 17. Jahrhunderts. Vollendet und hrsg. von W. Tümpel. Bd. 3. Gütersloh 1906. 2 Ex.

*Fitting, Hermann, und Suchier, Hermann. Lo Codi. Eine Summa Codicis in provenzalischer Sprache aus der Mitte des 12. Jahrhunderts. Tl. 1. Halle a. S. 1906.

*Glück, Hugo. Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. Tl. 1. 2. Jena 1905. 06. 2 Ex.

*Ibn Qutaiba's 'Ujûn al aḫbâr. Hrsg. von Carl Brockelmann. Tl. 3. Strassburg 1906. (Zeitschrift für Assyriologie. Beiheft zu Bd. 19.) 2 Ex.

*Keibel, Franz. Die äussere Körperform und der Entwickelungsgrad der Organe bei Affenembryonen. Wiesbaden 1906. 4. (Menschenaffen [Anthropomorphae]. Studien über Entwickelung und Schädelbau. Hrsg. von Emil Selenka. Lief. 9.) 2 Ex.

*Kern, Arthur. Deutsche Hofordnungen des 16. und 17. Jahrhunderts. Bd. 1. Berlin 1905. (Denkmäler der deutschen Kulturgeschichte. Hrsg. von Georg Steinhausen. Abt. 2. Bd. 1.) 2 Ex.

*Libanii opera rec. Richardus Foerster. Vol. 3. Lipsiae 1906. (Bibliotheca script. Graec. et Roman. Teubneriana.)

*Mann, Oskar. Kurdisch-persische Forschungen. Abt. 4. Bd. 3. Die Mundart der Mukri-Kurden. Tl. 1. Berlin 1906. 2 Ex.

*Philonis Alexandrini opera quae supersunt ed. Leopoldus Cohn et Paulus Wendland. Vol. 5. Berolini 1906.

*Procli Diadochi in Platonis Timaeum commentaria ed. Ernestus Diehl. III. Lipsiae 1906. (Bibliotheca script. Graec. et Roman. Teubneriana.) 2 Ex.

*Römer, Fritz, und Schaudinn, Fritz. Fauna Arctica. Eine Zusammenstellung der arktischen Tierformen. Bd. 4. Lief. 2. 3. Jena 1905. 06. 4. 2 Ex.

*Schmiedeknecht, Otto. Opuscula Ichneumonologica. Fasc. 11–13. Blankenburg i. Thür. 1905–06. 2 Ex.

Aachen.

Meteorologisches Observatorium.

Ergebnisse der Beobachtungen am Observatorium und dessen Nebenstationen. Jahrg. 10. 1904. Karlsruhe 1906. 4.

Berlin.

Königliche Akademie der Künste.

Chronik. 1904-05.

Koepping, Karl. Rembrandt. Rede. 1906.

Krebs, Carl. Mozart. Rede. 1906.

Otzen, Johannes. Festrede zur Feier der silbernen Hochzeit Ihrer Kaiserlichen und Königlichen Majestäten am 24. Februar 1906 gehalten. 1906.

Gesellschaft naturforschender Freunde.

Sitzungs-Berichte. Jahrg. 1905.

Botanischer Verein der Provinz Brandenburg.

Verhandlungen. Jahrg. 47. 1905.

Biographisches Jahrbuch und Deutscher Nekrolog. Hrsg. v. Anton Bettelheim. Bd. 9. 1904.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. Bd. 34. Heft 3. Bd. 35. Heft 1. 2. 1903. 04.

Berliner Schulprogramme. Ostern 1906. Königstädtisches Gymnasium. — 2. Realschule (3 Ex.). — 8. Realschule (2 Ex.). — 12. Realschule (2 Ex.). 4.

Bonn.

Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

Sitzungsberichte. 1904. Hälfte 2. 1905.

Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande, Westfalens und des Regierungs-Bezirks Osnabrück.

Sitzungsberichte. 1906. Hälfte 1.

Verhandlungen. Jahrg. 61. Hälfte 2. Jahrg. 62. Jahrg. 63. Hälfte 1. 1904–06.

Verein von Altertumsfreunden im Rheinlande.

Bonner Jahrbücher. Heft 113. 1905.

Braunschweig.

Verein für Naturwissenschaft.

Jahresbericht. 14. 1903–05.

Bremen.

Historische Gesellschaft des Künstlervereins.
Bremisches Jahrbuch. Bd. 21. 1906.

Meteorologisches Observatorium.
Deutsches Meteorologisches Jahrbuch. Freie Hansestadt Bremen. Jahrg. 16. 1905. 4.

Naturwissenschaftlicher Verein.
Abhandlungen. Bd. 18. Heft 2. 1906.

Breslau.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
Jahres-Bericht. 83. 1905.

Danzig.

Naturforschende Gesellschaft.
Schriften. Neue Folge. Bd. 11. Heft 4. 1906.

Darmstadt.

E. Merck's Bericht über Neuerungen auf den Gebieten der Pharmakotherapie und Pharmazie. Jahrg. 19. 1905.

Dresden.

Königlich Sächsisches Meteorologisches Institut.
Dekaden-Monatsberichte. Jahrg. 7. 1904. Chemnitz 1905. 4.
Jahrbuch. Jahrg. 19. 1901. Chemnitz 1905. 4.
Schreiber, Paul. Studien über Erdbodenwärme und Schneedecke. Chemnitz 1905. 4.

Erlangen.

Physikalisch-Medizinische Sozietät.
Sitzungsberichte. Bd. 37. 1905.

Frankfurt a. M.

Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft.
Abhandlungen. Bd. 30. Heft 1. 2. 1906. 4.

Physikalischer Verein.
Jahresbericht. 1904-05.

Frankfurt a. O.

Naturwissenschaftlicher Verein des Regierungsbezirkes Frankfurt.
Helios. Abhandlungen und Mitteilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften. Bd. 22. 23. Berlin 1905. 06.

Freiburg i. B.

Gesellschaft für Beförderung der Geschichts-, Altertums- und Volkskunde von Freiburg, dem Breisgau und den angrenzenden Landschaften.
Zeitschrift. Bd. 21. 1905.

Naturforschende Gesellschaft.
Berichte. Bd. 16. 1906.

Giessen.

Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
Bericht. Neue Folge. Medizinische Abteilung. Bd. 1. 1906.

Görlitz.

Oberlausitzische Gesellschaft der Wissenschaften.
Neues Lausitzisches Magazin. Bd. 81. 82. 1905. 06.
Jecht, Richard. Codex diplomaticus Lusatiae superioris III. Heft 1. 1905.
Rauda, Fritz. Die mittelalterliche Baukunst Bautzens. Görlitz 1905.

Göttingen.

Königliche Gesellschaft der Wissenschaften.
Abhandlungen. Neue Folge. Mathematisch-physikalische Klasse. Bd. 3. N. 4. Bd. 4. N. 3-5. — Philologisch-historische Klasse. Bd. 6. N. 4. Bd. 8. N. 6. Berlin 1905-06. 4.
Nachrichten. Geschäftliche Mittheilungen. 1905. Heft 2. 1906. Heft 1. — Mathematisch-physikalische Klasse. 1905. Heft 4. 5. 1906. Heft 1. 2. — Philologisch-historische Klasse. 1905. Heft 4. 1906. Heft 1. 2 und Beiheft 1.

Greifswald.

Naturwissenschaftlicher Verein für Neuvorpommern und Rügen.
Mittheilungen. Jahrg. 37. 1905. Berlin 1906.

Halle a. S.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen.
Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 77. Heft 3-6. Bd. 78. Heft 1-3. Stuttgart 1905-06.

Hamburg.

Hamburgische Wissenschaftliche Anstalten.
Jahrbuch. Jahrg. 22. 1904 nebst Beiheft 1–5. 8. und 4.

Mathematische Gesellschaft.
Mitteilungen. Bd. 4. Heft 6. 1906.

Naturhistorisches Museum.
Mitteilungen. Jahrg. 22. 1904.

Sternwarte.
Mitteilungen. N. 8. 10. 1905.

Naturwissenschaftlicher Verein.
Verhandlungen. Folge 3. XIII. 1905.

Heidelberg.

Grossherzogliche Sternwarte. Astronomisches Institut.
Mitteilungen. 5–9. Karlsruhe i. B. 1905–06.

Historisch-philosophischer Verein.
Neue Heidelberger Jahrbücher. Jahrg. 14. Heft 2. 1906.

Karlsruhe.

Technische Hochschule.
20 Schriften aus dem Jahre 1905-06.

Kassel.

Verein für Naturkunde.
Abhandlungen und Bericht. 49. 50. 1903–06.

Kiel.

Universität.
96 akademische Schriften aus dem Jahre 1904-05, 104 aus dem Jahre 1905-06.

Astronomische Nachrichten. Bd. 169–172. Ergänzungshefte: Astronomische Abhandlungen. N. 11. 1905–06. 4.

Königsberg i. Pr.

Physikalisch-Ökonomische Gesellschaft.
Schriften. Jahrg. 46. 1905.

Universität.
63 akademische Schriften aus dem Jahre 1905-06.

Leipzig.

Fürstlich Jablonowski'sche Gesellschaft.
Jahresbericht. 1906.
Preisschriften. N. 39. 1905.

Königlich Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften.
Abhandlungen. Mathematisch-physische Klasse. Bd. 29. N. 5–8. — Philologisch-historische Klasse. Bd. 24. N. 4–6. Bd. 25. N. 1. 1906.
Berichte über die Verhandlungen. Mathematisch-physische Klasse. Bd. 57. Heft 5. 6. Bd. 58. Heft 1–5. — Philologisch-historische Klasse. Bd. 57. Heft 5. 6. Bd. 58. Heft 1. 2. 1905. 06.

Annalen der Physik. Beiblätter. Bd. 29. Heft 23. 24. Bd. 30. Heft 1–22. 1905. 06.

Zeitschrift für physikalische Chemie, Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre. Bd. 52. Heft 4–6. Bd. 53–56. Bd. 57. Heft 1. 2. 1905–06.

Lübeck.

Verein für Lübeckische Geschichte und Altertumskunde.
Mitteilungen. Heft 12. Hälfte 1. 1905.

Mainz.

Römisch-Germanisches Central-Museum und Verein zur Erforschung der Rheinischen Geschichte und Altertümer.
Mainzer Zeitschrift. Jahrg. 1. 1906. 4.

Metz.

Verein für Erdkunde.
Jahresbericht. 25. 1905-06.

München.

Königlich Bayerische Akademie der Wissenschaften.
Abhandlungen. Mathematisch-physikalische Klasse. Bd. 22. Abt. 3. Bd. 23. Abt. 1. — Philosophisch-philologische Klasse. Bd. 23. Abt. 2. Bd. 24. Abt. 1. — Historische Klasse. Bd. 23. Abt. 3. Bd. 24. Abt. 1. 1905–06. 4.
Sitzungsberichte. Mathematisch-physikalische Klasse. 1905. Heft 3. 1906. Heft 1. 2. — Philosophisch-philologische und historische Klasse. 1905. Heft 4. 5. 1906. Heft 1. 2.
Furtwängler, Adolf. Aegina. Das Heiligtum der Aphaia. Text und Tafeln. 1906. 4.

von Heigel, K. Th. Zu Schillers Gedächtnis. Rede am 15. März 1905. 4.

Rothpletz, August. Gedächtnisrede auf Karl Alfred von Zittel gehalten am 15. März 1905. 4.

Goebel, K. Zur Erinnerung an K. F. Ph. v. Martius. Gedächtnisrede am 9. Juni 1905. 4.

Muncker, Franz. Wandlungen in den Anschauungen über Poesie während der zwei letzten Jahrhunderte. Festrede am 18. November 1905. 4.

Kuhn, Ernst. Johann Kaspar Zeuss zum hundertjährigen Gedächtnis. Festrede am 14. März 1906. 4.

Hochschul-Nachrichten. Heft 182. 184–188. 191–193. 1905–06.

Allgemeine Zeitung. Beilage. Ausgabe in Wochenheften. Jahrg. 1905. Heft 40–52. Jahrg. 1906. Heft 1–39. 4.

Münster i. W.

Altertums-Kommission für Westfalen.

Mitteilungen. Heft 4. 1905.

Nürnberg.

Germanisches Nationalmuseum.

Anzeiger. Jahrg. 1905. 4.

Mitteilungen. Jahrg. 1905. 4.

Posen.

Historische Gesellschaft für die Provinz Posen.

Historische Monatsblätter für die Provinz Posen. Jahrg. 6. 1905.

Zeitschrift. Jahrg. 20. 1905.

Kaiser-Wilhelm-Bibliothek.

Jahresbericht. 3. 1904. 4.

Strassburg i. E.

Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, des Ackerbaues und der Künste im Unter-Elsass.

Monatsberichte. Bd. 39. Heft 7–9. Bd. 40. Heft 1–7. 1905. 06.

Universität.

95 akademische Schriften aus dem Jahre 1905-06.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für 1901. Elsass-Lothringen. 4.

Stuttgart.

Württembergische Kommission für Landesgeschichte.

Württembergische Vierteljahrshefte für Landesgeschichte. Beilage: Württembergisch Franken. Hrsg. vom Historischen Verein für Württemb. Franken. Neue Folge. 9. Schwäb. Hall 1906.

Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg.

Jahreshefte. Jahrg. 62. 1906.

Trier.

Trierisches Archiv. Heft 9. Ergänzungsheft 6. 7. 1906.

Würzburg.

Physikalisch-Medicinische Gesellschaft.

Sitzungs-Berichte. Jahrg. 1905.

Verhandlungen. Neue Folge. Bd. 38. 1906.

Historischer Verein von Unterfranken und Aschaffenburg.

Archiv. Bd. 47. 1905.

Jahres-Bericht. 1904.

---

von Bezold, Wilhelm. Gesammelte Abhandlungen aus den Gebieten der Meteorologie und des Erdmagnetismus. Braunschweig 1906.

Branco, Wilhelm. Über H. Höfers Erklärungsversuch der hohen Wärmezunahme im Bohrloche zu Neuffen. 1904. Sep.-Abdr.

———. Die fraglichen fossilen menschlichen Fussspuren im Sandsteine von Warnambool, Victoria, und andere angebliche Spuren des fossilen Menschen in Australien. 1905. Sep.-Abdr.

Brunner, Heinrich. Über die Strafe des Pfählens im älteren deutschen Rechte. 1905. Sep.-Abdr.

———. Deutsche Rechtsgeschichte. 2. Aufl. Bd. 1. Leipzig 1906.

Burdach, Konrad. Schiller-Rede. Gehalten am 8. Mai 1905. Berlin 1905.

Goethes West-östlicher Divan. Mit Einleitung und Anmerkungen von Konrad Burdach. Stuttgart und Berlin 1905. (Goethes Sämtliche Werke. Jubiläums-Ausg. Hrsg. von Eduard von der Hellen. Bd. 5.)

Diels, Hermann. Die Scepter der Universität. Rede. Berlin 1905. 4.

———. Der lateinische, griechische und deutsche Thesaurus. Leipzig 1905. Sep.-Abdr.

———. Internationale Aufgaben der Universität. Rede. Berlin 1906. 4.

———. Die Fragmente der Vorsokratiker. Griechisch und deutsch. 2. Aufl. Bd. 1. Berlin 1906.

———. Die Organisation der Wissenschaft. In: Die Kultur der Gegenwart. Hrsg. von Paul Hinneberg. Tl. 1. Abt. 1. Berlin und Leipzig 1906.

Dilthey, Wilhelm. Das Erlebnis und die Dichtung. Lessing. Goethe. Novalis. Hölderlin. Vier Aufsätze. Leipzig 1906.

Dressel, Heinrich. Der Matidiatempel auf einem Medaillon des Hadrianus. Oxford 1906. Sep.-Abdr.

Fischer, Emil. Anleitung zur Darstellung organischer Präparate. 7. Aufl. Braunschweig 1905.

———. Einwirkung von Hippurylchlorid auf die mehrwerthigen Phenole. Berlin 1905. Sep.-Abdr.

———. Spaltung des Leucins in die optisch-activen Componenten mittels der Formylverbindung. Mit Otto Warburg. Berlin 1905. Sep.-Abdr.

———. Synthese von Polypeptiden. IX. X. Mit Umetaro Suzuki. Berlin 1905. XI. Leipzig 1905. XII. Mit Karl Kautzsch. XIII. Berlin 1905. Sep.-Abdr.

———. Über das Verhalten verschiedener Polypeptide gegen Pankreassaft und Magensaft. Mit Emil Abderhalden. Strassburg 1905. Sep.-Abdr.

———. Verwandlung der β-Vinyl-acrylsäure in Diamino-valeriansäure. Mit Karl Raske. Berlin 1905. Sep.-Abdr.

———. Zur Kenntnis des Cystins. Mit Umetaro Suzuki. Strassburg 1905. Sep.-Abdr.

———. Untersuchungen über Aminosäuren, Polypeptide und Proteïne (1899–1906). Berlin 1906.

Frobenius, Georg. Zur Theorie der linearen Gleichungen. 1905. 4. Sep.-Abdr.

Hirschfeld, Otto. Nochmals der Endtermin der Gallischen Statthalterschaft Caesars. Leipzig 1905. Sep.-Abdr.

van't Hoff, Jakob Heinrich. Zur Bildung der natürlichen Salzlager. Berlin 1904. Sep.-Abdr.

———. The Relation of Physical Chemistry to Physics and Chemistry. 1905. Sep.-Abdr.

———. Zur Bildung der ozeanischen Salzablagerungen. Die Calciumvorkommnisse bis 25°. Hamburg und Leipzig 1905. Sep.-Abdr.

Kekule von Stradonitz, Reinhard. Echelos und Basile, attisches Relief aus Rhodos in den Königlichen Museen. Berlin 1905. 4.

———. Die griechische Skulptur. Berlin 1906. (Handbücher der Königlichen Museen zu Berlin.)

Koser, Reinhold. König Friedrich der Große. 3. Aufl. Bd. 2. Stuttgart und Berlin 1905.

———. Brandenburg-Preußen in dem Kampfe zwischen Imperialismus und reichsständischer Libertät. 1905. Sep.-Abdr.

———. Eine Flugschrift Friedrichs des Großen von 1743. 1905. 4. Sep.-Abdr.

Lenz, Max. Napoleon. Bielefeld und Leipzig 1905. (Monographien zur Weltgeschichte. XXIV.)

———. Ausgewählte Vorträge und Aufsätze. 2. Aufl. Berlin 1905. (Deutsche Bücherei. Bd. 18.)

Martens, Adolf. Dehnungsmesser für Zementproben. 1905. Sep.-Abdr.
———. Schub- und Scherfestigkeit des Betons. 1905. Sep.-Abdr.
———. Die Meßdose als Kraftmesser. 1906. 4. Sep.-Abdr.
———. Über einige Messinstrumente. 1906. 4. Sep.-Abdr.
Meyer, Eduard. Die Israeliten und ihre Nachbarstämme. Halle a. S. 1906.
Müller-Breslau, Heinrich. Erddruck auf Stützmauern. Stuttgart 1906.
Pischel, Richard. Leben und Lehre des Buddha. Leipzig 1906.
———. Die indische Literatur. In: Die Kultur der Gegenwart. Hrsg. von Paul Hinneberg. Tl. 1. Abt. 7. Berlin und Leipzig 1906.
Planck, Max. Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung. Leipzig 1906.
Schäfer, Dietrich. Der Stamm der Friesen und die niederländische Seegeltung. 1905. Sep.-Abdr.
———. Die Ungarnschlacht von 955. 1906. Sep.-Abdr.
H. v. Kleists Werke. Hrsg. von Erich Schmidt. Kritisch durchgesehene und erläuterte Gesamtausg. Bd. 3–5. Leipzig und Wien 1905. (Meyers Klassiker-Ausgaben.)
Goethes Faust. Mit Einleitungen und Anmerkungen von Erich Schmidt. Tl. 2. Stuttgart und Berlin 1906. (Goethes Sämtliche Werke. Jubiläums-Ausg. Hrsg. von Eduard von der Hellen. Bd. 14.)
Schmoller, Gustav. Das Verhältnis der Kartelle zum Staate. 1905. Sep.-Abdr.
Schulze, Franz Eilhard. Die Xenophyophoren, eine besondere Gruppe der Rhizopoden. Jena 1905. 4. Sep.-Abdr.
Stumpf, Karl. Differenztöne und Konsonanz. Leipzig 1905. Sep.-Abdr.
———. Über zusammengesetzte Wellenformen. Leipzig 1905. Sep.-Abdr.
Briefe von Gaston Paris an Friedrich Diez, hrsg. von Adolf Tobler. Braunschweig 1905. Sep.-Abdr.
Tobler, Adolf. Vermischte Beiträge zur französischen Grammatik. Zweite Reihe. 2. Aufl. Leipzig 1906.
Waldeyer, Wilhelm. Die menschliche Anatomie, ihre Entwicklung, ihr gegenwärtiger Stand mit ihren Beziehungen zu anderen Wissenschaften und ihre Aufgaben für die Zukunft. Jena 1905. Sep.-Abdr.
———. Anatomische Technik. Wiesbaden 1905. Sep.-Abdr.
———. Allgemeine Beschreibung der Deutschen Unterrichtsausstellung auf der Weltausstellung in St. Louis 1904. Berlin 1906. Sep.-Abdr.
———. Ehrenhof, Universitäten und andere wissenschaftliche Anstalten in der Deutschen Unterrichtsausstellung auf der Weltausstellung in St. Louis 1904. Berlin 1906. Sep.-Abdr.
———. Medizinische Abteilung der Deutschen Unterrichtsausstellung auf der Weltausstellung in St. Louis 1904. Berlin 1906. Sep.-Abdr.
———. Albert v. Koelliker zum Gedächtnis. 1906. Sep.-Abdr.
Warburg, Emil. Bemerkungen über die chemische Wirkung der stillen Entladung. Braunschweig 1905. Sep.-Abdr.
———. Über die Ozonisierung des Sauerstoffs und der atmosphärischen Luft durch die Entladung aus metallischen Spitzen. Leipzig 1905. Sep.-Abdr.
———. Über die Reflexion der Kathodenstrahlen an dünnen Metallblättchen. Nach Versuchen von S. Williams mitgeteilt. Leipzig 1905. Sep.-Abdr.
———. Über die Wirkung der Bestrahlung, den Einfluß der Temperatur und das Verhalten der Halogene bei der Spitzenentladung; nach Versuchen von F. R. Gorton mitgeteilt. Leipzig 1905. Sep.-Abdr.
von Wilamowitz-Moellendorff, Ulrich. Bucolici Graeci rec. et emendavit. Oxonii 1905. (Scriptorum classicorum Bibliotheca Oxoniensis.)

von Wilamowitz-Moellendorff. Die griechische Literatur des Altertums. In: Die Kultur der Gegenwart. Hrsg. von Paul Hinneberg. Tl. 1. Abt. 8. Berlin und Leipzig 1905.

———. Die Textgeschichte der griechischen Bukoliker. Berlin 1906. (Philologische Untersuchungen. Heft 18.)

———. Griechische Tragoedien übersetzt. Bd. 3. Berlin 1906.

Zimmermann, Hermann. Ueber die numerische Auflösung zweier Gleichungen mit zwei Unbekannten. 1875. Sep.-Abdr.

———. Der Eisenbahnbau. 5. Teil des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften. Bd. 2: Berechnung, Konstruktion, Ausführung und Unterhaltung des Oberbaues. Hrsg. von F. Loewe und H. Zimmermann. 2. Aufl. Leipzig 1906.

Fuchs, Lazarus. Gesammelte mathematische Werke. Hrsg. von Richard Fuchs und Ludwig Schlesinger. Bd. 2. Berlin 1906. 4.

Mommsen, Theodor. Gesammelte Schriften. Bd. 2. 4. Berlin 1905. 06.

Abbe, Ernst. Gesammelte Abhandlungen. Bd. 2. 3. Jena 1906.

Die Königliche Akademie des Bauwesens 1880–1905. Berlin 1905.

Aus dem geistigen Leben und Schaffen in Westfalen. Festschrift zur Eröffnung des Neubaus der Königl. Universitäts-Bibliothek in Münster (Westfalen) am 3. November 1906. Hrsg. von den Beamten der Bibliothek. Münster (Westfalen) 1906.

von Baeyer, Adolf. Gesammelte Werke. Bd. 1. 2. Braunschweig 1905.

Bahrfeldt, Emil. Die Münzen- und Medaillen-Sammlung in der Marienburg. Bd. 3. Danzig 1906. 4.

Adolf Bastian. Gedächtnisfeier am 11. März 1905. 1905. Sep.-Abdr.

Becker, E., und Valentiner, W. Bestimmung der Längendifferenz zwischen der Großh. Sternwarte (Astronom. Institut) bei Heidelberg und der Kaiserl. Universitäts-Sternwarte in Straßburg i. E. im Jahre 1903. Karlsruhe i. B. 1906. 4.

Bericht über die Schleiden-Gedächtnisfeier an der Universität Jena 18. Juni 1904. Jena 1905. 4.

Bruns, Heinrich. Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmasslehre. Leipzig und Berlin 1906.

Cohen, E. Meteoritenkunde. Heft 3. Stuttgart 1905.

Darstellungen aus der Geschichte der Technik, der Industrie und Landwirtschaft in Bayern. Festgabe der Königlichen Technischen Hochschule in München zur Jahrhundertfeier der Annahme der Königswürde durch Kurfürst Maximilian IV. Joseph von Bayern. München 1906.

Drescher, Adolf. Kosmisches Leben im Werden und Vergehen. (Spiralnebel und Sternhaufen). Mainz 1906.

von Drygalski, Erich. Ferdinand Freiherr von Richthofen. Gedächtnisrede. Leipzig 1906. (Männer der Wissenschaft. Heft 4.)

Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im Deutschen Rheingebiet. Hrsg. von dem Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Großherzogtum Baden. Heft 7. Berlin 1905. 4.

Fick, Adolf. Gesammelte Schriften. Bd. 4. Würzburg 1905.

Fick, R. Betrachtungen über die Chromosomen, ihre Individualität, Reduction und Vererbung. 1905. Sep.-Abdr.

Flamm. Wissenschaftliches Arbeiten auf schiffbautechnischen Gebieten. Rede in der Halle der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin am 26. Januar 1906 gehalten. Berlin 1906.

Gumlich, E. Regelbare Drosselspule. Magnetische Einrückungsvorrichtung für einen Umdrehungszähler. 1906. Sep.-Abdr.

Hardt, Carl. Demetrius. Tragödie in fünf Akten und einem Vorspiel. Hamburg 1905.

Hartleben, H. Champollion. Sein Leben und sein Werk. Bd. 1. 2. Berlin 1906.

Havestadt, Christian. Festschrift zur Einweihung des Teltowkanals. Berlin 1906. 2.

Hirschberg, J. Geschichte der Augenheilkunde bei den Arabern. (Geschichte der Augenheilkunde. Buch 2. Abt. 1.) Leipzig 1905.

Hirschberg, J., Lippert, J. und Mittwoch, E. Die arabischen Augenärzte nach den Quellen bearb. Th. 2. Leipzig 1905.

Holländer, Eugen. Die Medizin in der klassischen Malerei. Stuttgart 1903.

———. Die Karikatur und Satire in der Medizin. Stuttgart 1905.

Jecht, R. Ueber die in Görlitz vorhandenen Handschriften des Sachsenspiegels und verwandter Rechtsquellen. Görlitz 1906. Sep.-Abdr.

Kaftan, Julius. Der ethische Wert der Wissenschaft. Rede. Berlin 1906. 4.

Katalog der Berliner Stadtbibliothek. Bd. 1. 2. Berlin 1906.

Katalog der Bibliothek des Kgl. Lyceum Hosianum in Braunsberg. 2. Aufl. Braunsberg 1905.

Keune, J. B. Die ältesten Stadtbilder von Metz und Trier. 1905. Sep.-Abdr.

von Koelliker, A. Die Entwicklung der Elemente des Nervensystems. Leipzig 1905. Sep.-Abdr.

Leibnizens nachgelassene Schriften physikalischen, mechanischen und technischen Inhalts. Hrsg. von Ernst Gerland. Leipzig 1906.

Lind, J. Das Urprincip aller Bewegung, alles Lebens; die Trias der Weltmechanik, das Heil der Menschheit. Blankenese a. E. 1903.

Loofs, Friedrich. Leitfaden zum Studium der Dogmengeschichte. 4. Aufl. Halle a. S. 1906.

Ludowici, Wilhelm. Stempel-Namen römischer Töpfer von meinen Ausgrabungen in Rheinzabern (Tabernae Rhenanae) 1901–1904. München 1904.

———. Stempel-Bilder römischer Töpfer aus meinen Ausgrabungen in Rheinzabern 1901–1905. München 1905.

Meyer, E. Die neusten Entdeckungen auf dem Gebiete der Sprachwissenschaft. Duisburg-Ruhrort 1906. Schul-Progr.

Moltkes Militärische Werke. Hrsg. vom Großen Generalstabe, Kriegsgeschichtliche Abteilung I. II. Die Tätigkeit als Chef des Generalstabes der Armee im Frieden. Tl. 3. Berlin 1906. Nebst Karten.

Müller, Karl Hugo. Ein neues Weltsystem. Bd. 1. Was ist der Sternhimmel? Berlin o. J.

Oppel, Albert. Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere. Tl. 6. Atmungsapparat. Jena 1905.

Piur, Paul. Studien zur sprachlichen Würdigung Christian Wolffs. Halle a. d. S. 1903.

Riefler, S. Zeitübertragung durch das Telephon. Elektrische Ferneinstellung von Uhren. 1906. Sep.-Abdr.

Rosenbusch, H. Studien im Gneisgebirge des Schwarzwaldes. II. 3. Heidelberg 1905. Sep.-Abdr.

Rudolph, Heinrich. Erdmagnetismus und Luftelektrizität. Coblenz 1906.

Schmiedeknecht, Otto. Die Wirbeltiere Europa's mit Berücksichtigung der Faunen von Vorderasien und Nordafrika. Jena 1906.

Schoembs, Jakob. Material zur Sprache von Comalapa in Guatemala. Dortmund 1905.

———. Beiträge zur Kenntnis der Mayasprachen. Dortmund 1906.

Seler, Eduard. Codex Borgia. Eine altmexikanische Bilderschrift der Bibliothek der Congregatio de Propaganda Fide. Hrsg. auf Kosten Seiner Excellenz des Herzogs von Loubat. Bd. 2. Berlin 1906. 4.

Sodoffsky, Karl Heinrich Wilhelm. Gedichte. Als Manuskript gedruckt. Gumbinnen 1905.

Tiessen, E. Die Schriften von Ferd. Freiherr v. Richthofen. Leipzig 1906. Sep.-Abdr.

Verzeichnis der Büchersammlung der Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen. (3. Ausg.) Berlin 1906.

Voullième, Ernst. Die Inkunabeln der Königlichen Bibliothek und der anderen Berliner Sammlungen. Leipzig 1906. (30. Beiheft zum Zentralblatt für Bibliothekswesen.)

Watzinger, Karl. Griechische Holzsarkophage aus der Zeit Alexanders des Grossen. Leipzig 1905. 4. (Wissenschaftliche Veröffentlichungen der Deutschen Orient-Gesellschaft. Heft 6.)

Welzhofer, Heinrich. Das Büchlein vom Höchsten. Natürliche Gotteslehre. Stuttgart 1906.

Weniger, Ludwig. Das Hochfest des Zeus in Olympia. Leipzig 1905. Sep.-Abdr.

Wormstall, Joseph. Der Tempel der Tanfana. Ein altgermanisches Heiligtum in neuer Beleuchtung. Münster i. W. 1906.

Wulff, Henry. Norddeutsche Bank in Hamburg 1856–1906. Berlin 1906. 4.

Zur Erinnerung an Immanuel Kant. Abhandlungen aus Anlass der hundertsten Wiederkehr des Tages seines Todes hrsg. von der Universität Königsberg. Halle a. S. 1904.

Oesterreich-Ungarn.

Brünn.

Klub für Naturkunde (Sektion des Brünner Lehrervereins).

Bericht und Abhandlungen. 6. 1903-04.

Mährische Museumsgesellschaft.

Deutsche Sektion. Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums. Bd. 6. 1906.

Tschechische Sektion. Časopis Moravského Musea Zemského. Ročník 6. 1906.

Deutscher Verein für die Geschichte Mährens und Schlesiens.

Zeitschrift. Jahrg. 9. Heft 4. Jahrg. 10. 1905. 06.

Naturforschender Verein.

Verhandlungen. Bd. 43. 1904.

Bericht der meteorologischen Commission. 23. 1903.

Graz.

Historischer Verein für Steiermark.

Beiträge zur Erforschung steirischer Geschichte. Jahrg. 34. 1905.

Steirische Zeitschrift für Geschichte. Jahrg. 3. 1905.

Innsbruck.

Ferdinandeum für Tirol und Vorarlberg.

Zeitschrift. Folge 3. Heft 49. 1905.

Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein.

Berichte. Jahrg. 29. 1903–05.

Klagenfurt.

Geschichtsverein für Kärnten.

Carinthia I. Jahrg. 95. 1905.

Jahres-Bericht. 1904.

Naturhistorisches Landesmuseum für Kärnten.

Carinthia II. Jahrg. 95. N. 5. 6. Jahrg. 96. N. 1–3. 1905. 06.

Krakau.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften.

Anzeiger. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. 1905. N. 8–10. 1906. N. 1–3. — Philologische Klasse. Historisch-philosophische Klasse. 1905. N. 8–10. 1906. N. 1–3.

Rocznik. Rok 1904-05.

Rozprawy. Wydział matematyczno-przyrodniczy. Ser. 3. Tom 4. Dział A. B. 1904.

Komisya bibliograficzna Wydziału matematyczno-przyrodniczego.

Katalog literatury naukowej polskiej. Tom 5. 1905.

Spis autorów i rzeczy w wydawnictwach Wydziału matematyczno-przyrodniczego do roku 1900 włącznie. Część I. 1905.

Komisya historyczna.
Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia. Tom. 17. 1905.
Komisya językowa.
Materyały i prace. Tom 3. Zeszyt 1. 2. 1905.
Biblioteka przekładów z literatury starożytnej. N. 1. 1906.
Czubek, Jan. Katalog rękopisów Akademii Umiejętności w Krakowie. 1906.
———. Pisma polityczne z czasów pierwszego bezkrólewia. 1906.
Daszyńska-Golińska, Zofia. Ujście Solne. Przyczynki historyczno-statystyczne do dziejów nadwiślańskiego miasteczka. Studyum archiwalne. 1906.

Laibach.

Musealverein für Krain.
Izvestja. Letnik 15. 1905.
Mitteilungen. Jahrg. 18. 1905.

Linz.

Museum Francisco-Carolinum.
Jahres-Bericht. 64. 1906.

Prag.

Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften.
Jahresbericht. 1904. 1905.
Sitzungsberichte. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Jahrg. 1904. 1905. — Klasse für Philosophie, Geschichte und Philologie. Jahrg. 1904. 1905.
Spisy poctěné jubilejní cenou. Číslo 15–17. 1904–05.
Wegner, Georg. Generalregister der Schriften der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften 1884–1904. 1905.
Belsheim, J. Codex Veronensis. Quattuor euangelia ante Hieronymum latine translata... denuo ed. 1904.
Kostlivý, Stanislav. Untersuchungen über die klimatischen Verhältnisse von Beirut, Syrien. 1905.
Müller, Václav. Svobodníci. 1905.
Nejedlý, Zdenek. Dějiny předhusitského zpěvu v Čechách. 1904.
Truhlář, Josef. Catalogus codicum manu scriptorum Latinorum qui in C. R. Bibliotheca publica atque Universitatis Pragensis asservantur. Pars 2. 1906.
Voigt, H. G. Der Verfasser der römischen Vita des heiligen Adalbert. 1904.

Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.
Beiträge zur deutsch-böhmischen Volkskunde. Bd. 5. Heft 3. Bd. 6. 1905.
Bibliothek Deutscher Schriftsteller aus Böhmen. Bd. 16. 1905.
Mitteilungen. N. 14–16. 1901–05. 8. und 4.
Rechenschafts-Bericht über die Tätigkeit der Gesellschaft. 1905.

Königlich Böhmisches Landesarchiv.
Codex diplomaticus et epistolaris regni Bohemiae. Tom. 1. Fasc. 1. 1904. 4.
Monumenta Vaticana res gestas Bohemicas illustrantia. Tom. 1. Tom. 5. Pars 1. 2. 1903–05.

Deutscher Naturwissenschaftlich-Medizinischer Verein für Böhmen »Lotos«.
Sitzungsberichte. Bd. 51. 53. 1903. 05.

K. k. Sternwarte.
Magnetische und meteorologische Beobachtungen. Jahrg. 65. 66. 1904. 05. 4.

Deutsche Universität.
Die feierliche Inauguration des Rektors für das Studienjahr 1905-06 am 16. November 1905.

Trient.

Biblioteca e Museo comunali.
Archivio Trentino. Anno 20. Fasc. 2. Anno 21. Fasc. 1–3. 1905. 06.

Wien.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften.
Almanach. Jahrg. 55. 1905.
Anzeiger. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Jahrg. 42. N. 18–27. Titel und Inhalt. Jahrg. 43. N. 1–18. — Philosophisch-historische Klasse. Jahrg. 42. N. 19–27. Titel und Inhalt. Jahrg. 43. N. 1–20. 1905. 06.

Denkschriften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Bd. 78. — Philosophisch-historische Klasse. Bd. 51. 52. 1906. 4.

Sitzungsberichte. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Bd. 114. Abt. 1. Heft 6–10. Abt. 2a. Heft 8–10. Abt. 2b. Heft 7–10. Abt. 3. Heft 6–10. Bd. 115. Abt. 1. Heft 1–5. Abt. 2a. Heft 1–5. Abt. 2b. Heft 1–6. Abt. 3. Heft 1–5. — Philosophisch-historische Klasse. Bd. 150. 151. 153. Register 15 (zu Bd. 141–150). 1905–06.

Archiv für österreichische Geschichte. Bd. 94. Hälfte 1. Bd. 95. Hälfte 1. 1906.

Fontes rerum Austriacarum. Österreichische Geschichts-Quellen. Abt. 2. Diplomataria et Acta. Bd. 58. 59. 1906.

Mitteilungen der Erdbeben-Kommission. Neue Folge. N. 29–31. 1905–06.

Conze, Alexander. Die attischen Grabreliefs. Lief. 15. Berlin 1906. 4.

Anthropologische Gesellschaft.

Mitteilungen. Bd. 35. Heft 6. Bd. 36. Heft 1–5. 1905. 06.

K. k. Geographische Gesellschaft.

Mitteilungen. Bd. 48. N. 11. 12. Bd. 49. N. 1–10. 1905. 06.

K. k. Zoologisch-Botanische Gesellschaft.

Verhandlungen. Bd. 55. Heft 9. 10. Bd. 56. Heft 1–7. 1905. 06.

Österreichische Gradmessungs-Kommission, seit 1904: *Österreichische Kommission für die Internationale Erdmessung.*

Verhandlungen. 1901-02. 1903. 1904.

K. k. Österreichisches Archäologisches Institut.

Jahreshefte. Bd. 8. Heft 2. Bd. 9. 1905. 06. 4.

K. k. Geologische Reichsanstalt.

Jahrbuch. Bd. 56. Heft 1. 2. 1906. 4.

Verhandlungen. Jahrg. 1905. N. 13–18. Jahrg. 1906. N. 1–10. 4.

Österreichischer Touristen-Klub, Sektion für Naturkunde.

Mitteilungen. Jahrg. 17. N. 11. 12. Jahrg. 18. N. 1–10. 1905. 06. 4.

Universität.

Bericht über die volkstümlichen Universitätsvorträge. 1904-05. 1905-06. Sep.-Abdr.

Die feierliche Inauguration des Rektors der Wiener Universität. 1905. 1906.

Statistik der volkstümlichen Universitätskurse in Wien in den Jahren 1901-02 —1904-05.

Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.

Schriften. Bd. 46. 1905-06.

K. k. Zentral-Anstalt für Meteorologie und Geodynamik.

Jahrbücher. Neue Folge. Bd. 41 nebst Anhang. 1904. 4.

K. k. Zentral-Kommission für Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale.

Jahrbuch. Neue Folge. Bd. 2. Tl. 1, 2. Bd. 3. Tl. 1. Spalte 1–324. 1904. 05. 4.

Mitteilungen. Folge 3. Bd. 4. N. 4–12. Bd. 5. N. 1–6. 1905. 06. 4.

Jahrbuch der Wiener k. k. Kranken-Anstalten. Jahrg. 10. 11. 1901. 02.

Agram.

Südslavische Akademie der Wissenschaften und Künste.

Ljetopis. Svezak 20. 1905.

Rad. Knjiga 161–164. 1905–06.

Zbornik za narodni život i običaje južnih Slavena. Kńiga 10. Svezak 2. Kńiga 11. Svezak 1. 1905. 06.

Codex diplomaticus regni Croatiae, Dalmatiae et Slavoniae. Vol. 3. 1905.

Rječnik hrvatskoga ili srpskoga jezika. Svezak 25. 1905.

Smičiklas, Tade. Nacrt života i djelà biskupa J. J. Strossmayera i izabrani njegovi spisi: govori, rasprave i okružnice. 1906.

Kroatische Archäologische Gesellschaft.

Vjesnik. Nove Serije. Sveska 8. 1905.

Königliches Kroatisch-Slavonisch-Dalmatinisches Landesarchiv.

Vjesnik. Godina 7. Sveska 3. 4. Godina 8. Sveska 1–3. 1905. 06.

Hermannstadt.

Verein für Siebenbürgische Landeskunde.

Archiv. Neue Folge. Bd. 33. Heft 1. 2. 1905. 06.

Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften.
Verhandlungen und Mitteilungen. Bd. 54. 1904.

Klausenburg.

Siebenbürgisches National-Museum.
Az Erdélyi Múzeum-Egyesület vándorgyűlésének Emlékkönyve. 1. 1906.
Erdélyi Múzeum. Kötet 23. Füzet 1–4. 1906.

Pesth.

Ungarische Akademie der Wissenschaften.
Almanach. 1905. 1906.
Értekezések a Nyelv-és Széptudományok Köréből. Kötet 18. Szám 9. 10. Kötet 19. Szám 1–8. 1904–06.
Értekezések a Társadalmi Tudományok Köréből. Kötet 13. Szám 3–6. 1904–06.
Értekezések a Történeti Tudományok Köréből. Kötet 20. 1906.
Archaeologiai Értesitő. Uj folyam. Kötet 24. Szám 3–5. Kötet 25. Kötet 26. Szám 1.2. 1904–06.
Mathematikai és Természettudományi Értesitő. Kötet 22. Füzet 3–5. Kötet 23. Kötet 24. Füzet 1.2. 1904–06.
Mathematikai és Természettudományi Közlemények. Kötet 28. Szám 3. 4. 1905.06.
Nyelvtudományi Közlemények. Kötet 34. Füzet 2–4. Kötet 35. Kötet 36. Füzet 1. 1904–06.
Rapport sur les travaux. 1904. 1905.
Török-Magyarkori Történelmi Emlékek. Osztály 2. Kötet 3. 1904.
Monumenta Hungariae historica. Osztály 2. Kötet 38. 1906.
Monumenta Hungariae juridico-historica. Corpus statutorum Hungariae municipalium. Tom. 5. Pars 2. 1904.
Magyarországi Német Nyelvjárások. Füzet 1.2. 1905.
Könyöki, József. A középkori várak különös tekintettel magyarországra. 1905.
Lygdami carmina. Ed. Geyza Némethy. 1906.
Rimay, János. Munkái. Kiadja Báró Radvánszky Béla. 1904.
Szádeczky, Lajos. A csiki székely krónika. 1905.
Szendrei, János. A Magyar viselet történeti fejlödése. 1905. 4.
Thúry, József. A közép-ázsiai török nyelv ismertetései. 1906.
Albii Tibulli carmina. Ed. Geyza Némethy. 1905.

Königlich Ungarische Geologische Anstalt.
Jahresbericht. 1903. 1904.
Mitteilungen aus dem Jahrbuche. Bd. 14. Heft 2–5. Bd. 15. Heft 2. 1905–06.
Geologische Aufnahmen: 1 Heft Erläuterungen.

Statistisches Bureau der Haupt- und Residenzstadt Budapest.
Statistisches Jahrbuch. Jahrg. 6. 7. 1903. 04.
Publikationen. XXXIII. Bd. 2. XXXIV. XXXVI. Th. 2. Heft 3. 4. Berlin 1905–06.

Königlich Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft.
Természettudományi Könyvkiadó-Vállalat. Kötet 75. 76. 1905.
Nuricsán, József. Utmutató a chemiai kisérletezésben. 2. kiadás. 1906.

Ungarische Geologische Gesellschaft.
Földtani Közlöny. (Geologische Mitteilungen.) Kötet 35. Füzet 4–12. Kötet 36. Füzet 1–5. 1905. 06.

Königlich Ungarische Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.
Bericht über die Thätigkeit der Anstalt. 5. 1904.
Jahrbücher. Bd. 32. Th. 4. Bd. 33. Th. 1. 3. 1902. 03. 4.
Verzeichniss der für die Bibliothek als Geschenk erhaltenen und durch Ankauf erworbenen Bücher. 3. 1904.

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. 20. 1902. Leipzig 1905.

Presburg.

Verein für Natur- und Heilkunde.
Verhandlungen. Neue Folge. Bd. 16. 17. 1904. 05.

Dickl, Ignaz. Zur Effektberechnung von Flugvorrichtungen. Wien 1904.
———. Die Ätherenergie. Graz 1905.

Heyler, Viktor. Höhenbestimmung von Mondbergen. Wien 1906. Schul-Progr.

Laker, Karl. Über das Wesen und die Heilbarkeit des Krebses. Leipzig und Wien 1906.

Waldeck, Oskar. Das latente Ich. Das Quellengebiet der Psychologie eines Individuums. Wien 1906.

Wieszner, Vinz. Die Leitung der mechanischen Energie. Dresden 1906.

Herman, Otto. Recensio critica automatica of the Doctrine of Bird-Migration. Budapest 1905. 4.

Pantocsek, Josef. Beschreibung neuer Bacillarien, welche in der Pars III der »Beiträge zur Kenntniss der fossilen Bacillarien Ungarns« abgebildet wurden. Pozsony 1905.

Potočnjak, Franko. Aus dem Lande der Rechtlosigkeit und Demoralisation. Schmachvolle Justizzustände in Kroatien. Fiume 1905. 5 Ex.

Grossbritannien und Irland mit Colonien.

British Association for the Advancement of Science, London.

Report of the 75. Meeting. 1905.

India Office, London.

Catalogue of the Library of the India Office. Vol. 2. Part 4. 1905.

British Museum (Natural History), London.

Arber, E. A. Newell. Catalogue of the Fossil Plants of the Glossopteris Flora in the Department of Geology, British Museum (Natural History). 1905.

Bernard, Henry M. Catalogue of the Madreporarian Corals in the British Museum (Natural History). Vol. 5. 1905. 4.

Andrews, Charles William. A Descriptive Catalogue of the Tertiary Vertebrata of the Fayûm, Egypt. 1906. 4.

Distant, W. L. A Synonymic Catalogue of Homoptera. Part 1. 1906.

Royal Observatory, Greenwich.

Astronomical and Magnetical and Meteorological Observations made in the year 1903. Edinburgh 1905. 4.

Astrographic Chart. Zone +68°, N. 1–36. 55–72. Zone +69°, N. 1–36. 55–72. Zone +70°, N. 1–36. 55–72. Zone +71°, N. 31–40. Zone +72°, N. 31–40. Zone +73°, N. 31–40. Zone +74°, N. 31–40.

Telegraphic Determinations of Longitude made in the years 1888 to 1902. Under the Direction of Sir W. H. M. Christie. Edinburgh 1906. 4.

Dyson, Frank Watson, and Thackeray, William Grasett. New Reduction of Groombridge's Circumpolar Catalogue for the Epoch 1810.0. Edinburgh 1905. 4. 2 Ex.

Royal Observatory, Cape of Good Hope.

Annals. Vol. 2. Part 4. Edinburgh 1905. 4.

Independent Day-Numbers for the years 1906–1909. London 1904–06.

Report of His Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope. 1904. 1905. London 1905. 06. 4.

Cambridge.

Philosophical Society.

Proceedings. Vol. 13. Part 4–6. 1905–06.

Transactions. Vol. 20. N. 7–10. 1906. 4.

Dublin.

Royal Irish Academy.

Abstract of Minutes. Session 1905-06.

Proceedings. Vol. 25. Section B. N. 6. Section C. N. 12. Vol. 26. Section A. N. 1. Section B. N. 1–5. Section C. N. 1–9. 1905–06.

Transactions. Vol. 33. Section A. Part 1. Section B. Part 1. 2. 1906. 4.

Todd Lecture Series. Vol. 9. 13. 1906.

Royal Dublin Society.

Economic Proceedings. Vol. 1. Part 6. 7. 1905. 06.

Scientific Proceedings. New Ser. Vol. 10. Part 3. Vol. 11. N. 1–9. 1905–06.

Scientific Transactions. Ser. 2. Vol. 9. Part 2. 3. 1906. 4.

Edinburg.

Royal Society of Edinburgh.

Proceedings. Vol. 25. N. 12. 13. Vol. 26. N. 1–5. 1905–06.

Transactions. Vol. 40. Part 3. 4. Vol. 41. Part 1. 2. Vol. 43. 1902–05. 4.

Royal Physical Society.

Proceedings. Vol. 16. N. 4–6. 1906.

Glasgow.

Royal Philosophical Society.

Proceedings. Vol. 36. 1904-05.

Liverpool.

Biological Society.

Proceedings and Transactions. Vol. 19. 20. 1904–06.

Literary and Philosophical Society.

Proceedings. N. 57. 1902–04.

London.

Royal Institution of Great Britain.

Proceedings. Vol. 17. Part 3. Vol. 18. Part 1. 1904. 05.

Chemical Society.

Journal. Vol. 87. 88. N. 517. 518. Suppl. N. Vol. 89. 90. N. 519–528. 1905–06.

Proceedings. Vol. 21. N. 301. 302. Titel und Inhalt. Vol. 22. N. 303–316. 1905. 06.

Geological Society.

The Quarterly Journal. Vol. 61. N. 244. Vol. 62. N. 245–247. 1905. 06.

List. 1905.

Geological Literature added to the Library. 12. 1905.

Linnean Society.

Journal. Botany. Vol. 36. N. 255. 256. Vol. 37. N. 260–262. — Zoology. Vol. 29. N. 193. 194. 1905–06.

List. 1905-06. 1906-07.

Proceedings. Session 117. 118. 1904–06.

Transactions. Ser. 2. Botany. Vol. 7. Part 3. — Zoology. Vol. 9. Part 10. Vol. 10. Part 4. 5. 1905–06. 4.

Mathematical Society.

List of Members. 1905.

Proceedings. Ser. 2. Vol. 3. Part 6. 7. Vol. 4. Part 1–4. 1905. 06.

Memorandum and Articles of Association and By-Laws of the London Mathematical Society. (Revised February 1906.)

Royal Society.

Proceedings. Ser. A. Vol. 76. N. 513. Vol. 77. N. 514–520. Vol. 78. N. 521–524. Ser. B. Vol. 77. N. 514–521. Vol. 78. N. 522–526. 1905–06.

Philosophical Transactions. Ser. A. Vol. 205. 1906. 4.

Year-Book. N. 10. 1906.

Reports of the Commission appointed by the Admiralty, the War Office, and the Civil Government of Malta, for the Investigation of Mediterranean Fever, under the Supervision of an Advisory Committee of the Royal Society. Part 4. 1906.

Reports to the Evolution Committee. 3. 1906.

Herdman, W. A. Report to the Government of Ceylon on the Pearl Oyster Fisheries of the Gulf of Manaar. Part 3. 4. 1905. 4.

Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland.

Journal. 1906.

Monographs. Vol. 8. 1906.

Royal Astronomical Society.

Memoirs. Appendix 2 to Vol. 55. Vol. 56. Vol. 57. Part 1. 2. 1904–06. 4.

Monthly Notices. Vol. 66. 1906.

Royal Geographical Society.

The Geographical Journal. Vol. 26. N. 6. Vol. 27. Vol. 28. N. 1–5. 1905–06.

Royal Microscopical Society.

Journal. 1905. Part 6. 1906. Part 1–5.

Zoological Society.

Transactions. Vol. 17. Part 3. 4. 1904. 05. 4.

Archaeological Survey of Egypt.

Memoirs. 15. 1905.

Manchester.

Museum.

Publications. 58–60. 1906.

Literary and Philosophical Society.

Memoirs and Proceedings. Vol. 50. 1905-06.

Victoria University.

Lectures. N. 2. 3. 1906.

Publications. Economic Series. N. 2–4. — Historical Series. N. 3. 4. — Physical Series. N. 1. 1905–06.

Oxford.

Radcliffe Observatory.

Rambaut, Arthur A. Catalogue of 1772 Stars ... for the Epoch 1900. 1906. 4.

Teddington (Middlesex).

National Physical Laboratory.

Report. 1905. 4.

Report of the Observatory Department. 1905. 4.

Bose, Jagadis Chunder. Plant Response as a Means of Physiological Investigation. London 1906.

Bruce, William S. Report on the Work of the Scottish National Antarctic Expedition. 1904. Sep.-Abdr.

———. The Area of Unknown Antarctic Regions compared with Australia, Unknown Arctic Regions, and British Isles. 1906. Sep.-Abdr.

Chree, Charles. Experiments on the Effects of Change of Barometric Pressure on the Rates of Watches, and their Discussion. London 1906. Sep.-Abdr.

Cooke, Theodore. The Flora of the Presidency of Bombay. Vol. 2. Part 3. London 1906.

Ferguson, John. Bibliotheca Chemica: a Catalogue of the Alchemical, Chemical and Pharmaceutical Books in the Collection of the late James Young of Kelly and Durris. Vol. 1. 2. Glasgow 1906.

Griffith, F. Ll., and Thompson, Herbert. The Demotic Magical Papyrus of London and Leiden. Vol. 2. London 1905. gr. 2.

Macdonald, George. Catalogue of Greek Coins in the Hunterian Collection, University of Glasgow. Vol. 3. Glasgow 1905. 4.

Melandra Castle, being the Report of the Manchester and District Branch of the Classical Association for 1905, edited by R. S. Conway. Manchester 1906.

Mossman, R. C. Some Meteorological Results of the Scottish National Antarctic Expedition. 1906. Sep.-Abdr.

Wilson, J. Cook. On the Traversing of Geometrical Figures. Oxford 1905.

Allahabad.

List of Sanskrit, Jaini and Hindi Manuscripts ... deposited in Sanskrit College, Benares, during the year 1904. 4.

Calcutta.

Board of Scientific Advice for India.

Annual Report. 1904-05.

Imperial Department of Agriculture.

Annual Report. 1904-05. 4.

Asiatic Society of Bengal.

Bibliotheca Indica: a Collection of Oriental Works. New Ser. N. 1122–1138. 1140. 1141. 1144–1148. 1905–06. 4.

Journal. N. 428–430. 1904. 4.

Proceedings. 1904. N. 11.

Journal and Proceedings. Vol. 1. N. 1–10 und Extra N. Vol. 2. N. 1–3. 1905.06.

Memoirs. Vol. 1. N. 1–9. 1905–06. 4.

Archaeological Survey of India.

Epigraphia Indica and Record. Vol. 8. Part 2–7. 1905–06. 4.

Annual Report. 1903-04. 4.

Reports. New Imperial Ser. Vol. 33. London 1905. 4.

Annual Progress Report of the Archaeological Survey Circle, United Provinces and Punjab. 1905. Nebst Photographs and Drawings. 2.

Annual Progress Report of the Superintendent of the Archaeological Survey, Northern Circle. 1906. 4.

Annual Report of the Archaeological Survey, Bengal Circle. 1905. 4.

Progress Report of the Archaeological Survey of Western India. 1905. 2.

Report of Archaeological Survey Work in the North-West Frontier Province and Baluchistan. 1904-05. 4.

Report of the Superintendent, Archaeological Survey, Burma. 1904-05. 1906. 2.

Botanical Survey of India.

Records. Vol. 4. N. 3. 1906.

Geological Survey of India.

Records. Vol. 32. Part 3. 4. Vol. 33. Vol. 34. Part 1. 2. 1905–06.

Kodaikanal.

Kodaikanal Observatory.

Bulletin. N. 2–6. Madras 1905–06. 2.

Annual Report of the Director, Kodaikanal and Madras Observatories. 1905. 2.

Madras.

University.

Calendar. 1905-06. Vol. 1-3.

Pusa.

Agricultural Research Institute.

Memoirs of the Department of Agriculture in India. Botanical Series. Vol. 1. N. 1-4. — Chemical Series. Vol. 1. N. 1. — Entomological Series. Vol. 1. N. 1. 1906.

Bell, C. A. Manual of Colloquial Tibetan. Calcutta 1905.

Grierson, G. A. Linguistic Survey of India. Vol. 2. Vol. 3. Part 2. 3. Vol. 5. Part. 2. Vol. 6. Calcutta 1903-04. 4.

Hara Prasād Śāstri. Notices of Sanskrit Mss. Extra N. Calcutta 1905. 4.

Hardy, G. F. Memorandum on the Age Tables and Rates of Mortality of the Indian Census of 1901. Calcutta 1905. 4.

Hultzsch, E. Reports on Sanskrit Manuscripts in Southern India. N. 3. Madras 1905. 4.

Seshagiri Sastri, M., and Rangacharya, M. A Descriptive Catalogue of the Sanskrit Manuscripts in the Government Oriental Manuscripts Library, Madras. Vol. 1. Part 3. Vol. 2. Madras 1905. 4.

Capstadt.

Geological Commission.

Geological Map of the Colony of the Cape of Good Hope. Sheet 1. 1906.

South African Philosophical Society.

Transactions. Vol. 16. Part 2. 3. 1905. 06.

Geodetic Survey of South Africa.

Vol. 3. 1905.

Johannesburg.

Transvaal Meteorological Department.

Annual Reports. 1905. Pretoria 1906. 4.

Report on the Boundary Survey between British Bechuanaland and German S.W. Africa. — Bericht über die Grenzvermessung zwischen Deutsch-Südwestafrika und Britisch-Bechuanaland. Berlin 1906. 2.

Halifax, Nova Scotia.

Nova Scotian Institute of Science.

Proceedings and Transactions. Vol. 11. Part 1. 2. 1902-04.

Ottawa.

Department of the Interior.

7 Blätter Karten von Canada.

Royal Society of Canada.

Proceedings and Transactions. Ser. 2. Vol. 11. 1905.

Geological Survey of Canada.

Annual Report. New Ser. Vol. 14. 1901. Nebst Maps.

Toronto.

Canadian Institute.

Transactions. Vol. 8. Part 1. 1905.

Royal Astronomical Society of Canada.

Transactions. 1905.

University.

Studies. Biological Series. N. 5. — Papers from the Chemical Laboratories. N. 53. — Review of Historical Publications relating to Canada. Vol. 10. — Psychological Series. Vol. 2. N. 3. 1905-06.

Adelaide.

Observatory.

Meteorological Observations made during the years 1902-1904. 4.

Royal Society of South Australia.

Memoirs. Vol. 1. Part 3. 1905. 4.

Transactions and Proceedings and Report. Vol. 29. 1905.

Melbourne.

Department of Mines.

Annual Report of the Secretary for Mines and Water Supply. 1905.

Public Library, Museums, and National Gallery of Victoria.

Report of the Trustees. 1905.

Armstrong, Edmund La Touche. The Book of the Public Library, Museums, and National Gallery of Victoria. 1856–1906. 1906.

Catalogue of the Exhibition of Old, Rare, and Curious Books, Manuscripts, Autographs, etc., held in Commemoration of the Fiftieth Anniversary of the Opening of the Public Library of Victoria. 1906.

Turner, Henry Gyles. Address on the Occasion of the Opening of the Exhibition of Rare and Curious Books, etc., ... in Commemoration of the Fiftieth Anniversary of the Opening of the Public Library. 1906.

National Museum.
Memoirs. N. 1. 1906. 4.

Royal Society of Victoria.
Proceedings. New Ser. Vol. 18. Part 2. Vol. 19. Part 1. 1906.

Sydney.

Australasian Association for the Advancemen of Science.
Report of the 10. Meeting. 1904.

Australian Museum.
Memoirs. Vol. 4. Part. 9. 1906.
Records. Vol. 6. N. 3. 1906.
Annual Report of the Trustees. 51. 1905. 4.

Geological Survey of New South Wales.
Memoirs. Palaeontology. N. 5. 14. 1906. 05. 4.
Records. Vol. 8. Part 2. 1905.

Chapman, Frederick. New or Little-known Victorian Fossils in the National Museum, Melbourne. Part 1. 2. Melbourne 1903. Sep.-Abdr.

———. On some Foraminifera and Ostracoda from Jurassic (Lower Oolite) Strata, near Geraldton, Western Australia. Melbourne 1904. Sep.-Abdr.

Dänemark, Schweden und Norwegen.

Kopenhagen.

Conseil permanent International pour l'Exploration de la Mer.
Bulletin trimestriel des résultats acquis pendant les croisières périodiques et dans les périodes intermédiaires. Année 1904-05. N. 4. Année 1905-06. N. 1–3. 4.
Publications de Circonstance. N. 13 C. 28–34. 1905–06.
Rapports et Procès-verbaux. Vol. 4. 5. 1905. 06. 4.

Kommissionen for Havundersogelser.
Meddelelser. Serie Fiskeri. Bind 1. N. 4–8. Bind 2. N. 1–3. — Serie Hydrografi. Bind 1. N. 7. 8. — Serie Plankton. Bind 1. N. 3. 4. 1905–06. 4.

Universitets Zoologisk Museum.
The Danish Ingolf-Expedition. Vol. 6. Part 2. 1905. 4.

Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.
Oversigt over Forhandlinger. 1905. N. 4–6. 1906. N. 1–3.
Skrifter. Række 6. Historisk og filosofisk Afdeling. Bind 5. N. 3. Bind 6. N. 3. — Række 7. Naturvidenskabelig og mathematisk Afdeling. Bind 1. N. 4. 5. Bind 2. N. 4. 5. 1905–06. 4.
Dansk Ordbog. Tome 8. 1905. 4.

Holm, Edvard. Danmark-Norges Historie fra den store Nordiske Krigs Slutning til Rigernes Adskillelse (1720–1814). Bind 5. Kjøbenhavn 1906.

Wimmer, Ludv. F. A. De danske Runemindesmærker. Bind 3. København 1904-05. 4.

Gothenburg.

Göteborgs Högskola.
Årsskrift. Bd. 10. 1904.

Lund.

Universitetet.
Acta. — Årsskrift. Bd. 40. 1904. Nova Ser. — Ny Följd. Afdeln. 2. Bd. 1. 1905. Innehållsförteckning, systematisk öfversikt och författare-register. Tom. 1–40. Årg. 1864–1904. 4.
11 akademische Schriften aus dem Jahre 1904-05, 23 aus dem Jahre 1905-06.

Stockholm.

Kungliga Biblioteket.

Sveriges offentliga bibliotek. Accessions-katalog. 18. 19. 1903. 04.

Geologiska Byrån.

Sveriges geologiska Undersökning. Ser. Aa. N. 120. 125. 126. 130–133. Ser. A 1, a. N. 5. Ser. C. N. 197–200. 1905–06.

Kungliga Svenska Vetenskapsakademien.

Arkiv för Botanik. Bd. 4. Häfte 4. Bd. 5. Bd. 6. Häfte 1. 2. 1905–06.

Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi. Bd. 2. Häfte 2. 3. 1906.

Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik. Bd. 2. Bd. 3. Häfte 1. 1905–06.

Arkiv för Zoologi. Bd. 2. Häfte 4. Bd. 3. Häfte 1. 2. 1905–06.

Årsbok. 1905.

Handlingar. Ny Följd. Bd. 39. 40. Bd. 41. N. 1–3. 5. 1905–06. 4.

Astronomiska Iakttagelser och Undersökningar å Stockholms Observatorium. Bd. 8. N. 2. 1905. 4.

Meteorologiska Iakttagelser i Sverige. Bandet 46. 47. 1904. 05. 4.

Meddelanden från K. Vetenskapsakademiens Nobelinstitut. Bd. 1. N. 2–5. 1906.

Kungliga Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien.

Fornvännen. 1906. Häftet 1–3.

Arkeologiska Monografier. N. 1. 1905. 4.

Antikvarisk Tidskrift för Sverige. Delen 9. Häftet 4. Delen 11. Häftet 6. Delen 13. Häftet 4. Delen 15. Häftet 3. Delen 17. Häftet 4. 5. Delen 18. Häftet 1. 1905–06.

Acta mathematica. Zeitschrift hrsg. von G. Mittag-Leffler. Bd. 30. Heft 2. 3. 1906. 4.

Les prix Nobel en 1903.

Uppsala.

Universitetet.

Årsskrift. 1904. 1905.

23 akademische Schriften aus dem Jahre 1904-05, 29 aus dem Jahre 1905-06.

Universitets Meteorologiska Institutionen. Bulletin mensuel. Vol. 37. 1905. 4.

Kungliga Humanistiska Vetenskaps-Samfundet.

Skrifter. Bd. 9. 1904–06.

Kungliga Vetenskaps-Societeten.

Nova Acta. Ser. 4. Vol. 1. N. 3. 4. 1905. 06. 4.

Missions scientifiques pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg entreprises en 1899–1902 sous les auspices des gouvernements suédois et russe. Mission suédoise. Section 2 B. 5. 7 A. 8 A. 8 B. 8 B^{1}. 8 B^{2}. 8 B^{3}. 8 B^{4}. 8 B^{5}. 8 C. 10. Stockholm 1903–06. 4. 2 Ex.

Results of the Swedish Zoological Expedition to Egypt and the White Nile 1901 under the Direction of L. A. Jägerskiöld. Part 2. Uppsala 1905.

Schweden. Ein kurzer Führer durch Schwedens Geschichte, Wirtschaftsgebiete, soziale Verhältnisse ... Hrsg. vom Verein zur Förderung des Fremdenverkehrs, Stockholm. Aus dem Schwedischen übers. von C. O. Nordgren. Stockholm 1906.

Wallén, Axel. Régime hydrologique du Dalelf. Upsal 1906. Sep.-Abdr.

Bergen.

Museum.

Aarbog. 1905. Hefte 2. 3 und Aarsberetning. 1906. Hefte 1. 2.

Appellöf, A. Meeresfauna von Bergen. Heft 2. 3. 1906.

Sars, G. O. An Account of the Crustacea of Norway. Vol. 5. Part 9–14. 1905–06. 4.

Christiania.

Videnskabs-Selskabet.

Forhandlinger. Aar 1905.

Skrifter. 1905. I. Mathematisk-naturvidenskabelig Klasse. II. Historisk-filosofisk Klasse.

Stavanger.

Museum.

Aarshefte. Aarg. 15. 16. 1904. 05.

Nansen, Fridtjof. The Norwegian North Polar Expedition 1893–1896. Scientific Results. Vol. 5. Christiania 1906. 4.

Schweiz.

Aarau.

Historische Gesellschaft des Kantons Aargau.
Argovia. Jahresschrift. Bd. 31. 1905.

Basel.

Naturforschende Gesellschaft.
Verhandlungen. Bd. 18. Heft 2. 3. 1906.
Gymnasium.
Bericht. Schuljahr 1905-06. 4.
Realschule.
Bericht. 1905-06. 4.
Universität.
63 akademische Schriften aus dem Jahre 1905-06.
Jahresverzeichnis der Schweizerischen Universitätsschriften. 1904-05.

Bern.

Naturforschende Gesellschaft.
Mitteilungen. 1904.
Schweizerische Naturforschende Gesellschaft.
Verhandlungen. 88. Jahresversammlung. 1905.

Chur.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
Jahres-Bericht. Neue Folge. Bd. 47. 1904-05.

Genf.

Société de Physique et d'Histoire naturelle.
Mémoires. Vol. 35. Fasc. 2. 1906. 4.

Lausanne.

Société Vaudoise des Sciences naturelles.
Bulletin. Sér. 5. Vol. 41. N. 153. 154. Vol. 42. N. 155. 1905. 06.

Neuchâtel.

Société des Sciences naturelles.
Bulletin. Tome 30-32. 1901-04.

Zürich.

Schweizerische Meteorologische Central-Anstalt.
Annalen. Jahrg. 40. 41. 1903. 04. 2.
Allgemeine Geschichtforschende Gesellschaft der Schweiz.
Jahrbuch für Schweizerische Geschichte. Bd. 31. 1906.
Antiquarische Gesellschaft.
Mitteilungen. Bd. 26. Heft 4. 1906. 4.
Naturforschende Gesellschaft.
Astronomische Mitteilungen. N. 96. 1905.
Neujahrsblatt. Stück 108. 1906. 4.
Vierteljahrsschrift. Jahrg. 50. Heft 3. 4. Jahrg. 51. Heft 1. 1905. 06.
Schweizerisches Landesmuseum.
Anzeiger für Schweizerische Altertumskunde. Neue Folge. Bd. 7. N. 2-4. Bd. 8. N. 1. 2. 1905-06.
Jahresbericht. 14. 1905.

Dufour, Henri, et Gautier, Raoul. Les ombres volantes. Genève 1906. Sep.-Abdr.

Gautier, Raoul. L'éclipse totale de soleil du 30 Août 1905. Observations de la mission astronomique suisse à Santa Ponza (Île de Majorque). Genève 1905. Sep.-Abdr.

———. Résumé météorologique de l'année 1904 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève 1905. Sep.-Abdr.

Goppelsroeder, Friedrich. Anregung zum Studium der auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen beruhenden Capillaranalyse. Basel 1906.

Hilfiker, J. Bericht der Abteilung für Landestopographie an die Schweiz. geodätische Kommission über die Arbeiten am Präzisionsnivellement der Schweiz in den Jahren 1893-1903. Zürich 1905. 4.

Niederlande und Niederländisch-Indien. Luxemburg.

Amsterdam.

Koninklijke Akademie van Wetenschappen.
Jaarboek. 1905.
Verhandelingen. Afdeeling Natuurkunde. Sectie 1. Deel 9. N. 2. 3. Sectie 2. Deel 12. N. 3. 4. — Afdeeling Letterkunde. Nieuwe Reeks. Deel 6. N. 2-5. Deel 8. N. 1. 2. 1905-06.
Verslag van de gewone Vergaderingen der Wis- en Natuurkundige Afdeeling. Deel 14. Gedeelte 1. 2. 1905-06.

Verslagen en Mededeelingen. Afdeeling Letterkunde. Reeks 4. Deel 7. 1906.

Licinus tonsor. Carmen praemio aureo ornatum in certamine poetico Hoeufftiano. Accedunt duo carmina laudata. 1906.

Delft.

Technische Hoogeschool.

5 Schriften aus dem Jahre 1906.

Groningen.

Astronomisch Laboratorium.

Publications. N. 7. 9. 15. 16. 1900–06. 4.

Kapteyn, J. C. Plan of Selected Areas. 1906.

Haag.

Koninklijk Instituut voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië.

Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië. Volgr. 7. Deel 5. 1906.

Haarlem.

Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen.

Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Sér. 2. Tome 11. La Haye 1906.

Natuurkundige Verhandelingen. Verzameling 3. Deel 6. Stuk 2. 1906. 4.

Leiden.

Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde.

Handelingen en Mededeelingen. 1904-05.

Levensberichten der afgestorven Medeleden. 1904-05.

Tijdschrift voor Nederlandsche Taal- en Letterkunde. Deel 23. Afl. 3. 4. Deel 24. Afl. 1–3. 1904. 05.

Nederlandsche Volksboeken. X. 1905.

Nimwegen.

Nederlandsche Botanische Vereeniging.

Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais. Vol. 2. Livr. 3. 4. 1906.

Utrecht.

Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut.

Publicationen. N. 97, Jaarg. 56. N. 98, Jaarg. 56. N. 102, Heft 1a. 1b. 2–4. 1904–06. 8. und 4.

Onderzoekingen, gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Reeks 5. Deel 6. Afl. 2. 1905.

Détermination de la latitude et d'un azimut aux stations Oirschot, Utrecht . . . Groningue. Delft 1904. 4. (Publication de la Commisson géodésique Néerlandaise.)

Déterminations de la différence de longitude Leyde-Ubagsberg, de l'azimut de la direction Ubagsberg-Sittard et de la latitude d'Ubagsberg par la mesure des distances zénitales et d'après la méthode Horrebow-Talcott en 1893. Delft 1905. 4. (Publication de la Commission géodésique Néerlandaise.)

Kops, Jan. Flora Batava. Voortgezet door F. W. van Eeden en L. Vuyck. Afl. 349–352. Haarlem 1905. 4.

Molhuysen, P. C. Geschiedenis der Universiteits-Bibliotheek te Leiden. Leiden 1905.

Batavia.

Commissie in Nederlandsch-Indië voor oudheidkundig Onderzoek op Java en Madoera.

Rapporten. 1904.

Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen.

Notulen van de algemeene en Directievergaderingen. Deel 43. Deel 44. Afl. 1. 1905. 06.

Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel 48. Afl. 2–6. 1905-06.

Verhandelingen. Deel 55. Stuk 2. Deel 56. Stuk 2–4. 1905–06.

de Klerck, E. S. De Java-oorlog van 1825–30. Deel 4. 1905.

Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium.

Observations. Vol. 26. 27. 1903. 04. 4.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. Jaarg. 26. 1904.

Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. Deel 64. 65. 1905.

Buitenzorg.

Departement van Landbouw.

Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Vol. 20. Leide 1906.

Bulletin de l'Institut botanique de Buitenzorg. N. 19. 22. 1904. 05.

Bulletin du Département de l'Agriculture aux Indes Néerlandaises. N. 1–3. 1906.

Mededeelingen. N. 2. Batavia 1906.

Verslag omtrent den Staat van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg. 1904.

Smith, J. J. Die Orchideen von Ambon. Batavia 1905.

Wilbrink, G. Tweede verslag van de selectie-proeven met de Natal-indigo-plant. o. J.

Verbeek, R. D. M. Description géologique de l'île d'Ambon. Batavia 1905. Nebst Atlas. gr. 2.

Luxemburg.

Institut grand-ducal.

Section des Sciences naturelles, physiques et mathématiques. Archives trimestrielles. Fasc. 1. 2. 1906.

Section historique. Publications. Vol. 50. 1905.

Belgien.

Antwerpen.

Paedologisch Jaarboek. Jaarg. 6. Afl. 1. 1906.

Brüssel.

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

Annuaire. Année 72. 1906.

Bulletins de la Classe des Sciences. 1905. N. 9–12. 1906. N. 1–8.

Bulletins de la Classe des Lettres et des Sciences morales et politiques et de la Classe des Beaux-Arts. 1905. N. 9–12. 1906. N. 1–8.

Mémoires. Nouv. Sér. Classe des Lettres et des Sciences morales et politiques et Classe des Beaux-Arts. Collection in-8°. Tome 1. Fasc. 6. 1906.

Biographie nationale. Tome 18. Fasc. 2. 1905.

Commission royale d'Histoire.

Cuvelier, J. Cartulaire de l'abbaye du Val-Benoit. 1906. 4.

Doutrepont, Georges. Inventaire de la »librairie« de Philippe le Bon (1420). 1906.

Espinas, Georges, et Pirenne, Henri. Recueil de documents relatifs à l'histoire de l'industrie drapière en Flandre. Partie 1. Tome 1. 1906. 4.

Hanquet, Karl. La chronique de Saint-Hubert, dite Cantatorium. Nouv. Édition. 1906.

Poncelet, Édouard. Inventaire analytique des chartes de la collégiale de Saint-Pierre à Liége. 1906.

Musée du Congo.

Annales. Botanique. Sér. 5. Vol. 1. Fasc. 3. — Ethnographie et Anthropologie. Sér. 3. Tome 1. Fasc. 2. — Zoologie. Sér. 4. Tome 1. Fasc. 1. Sér. 5 Tome 1. Fasc. 1. 1905–06. 4.

Observatoire royal de Belgique.

Annales. Nouv. Sér. Physique du Globe. Tome 3. Fasc. 1. 1905. 4.

Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

Bulletin. Tome 19. Fasc. 3–5. Tome 20. Fasc. 1. 2. 1905. 06.

Société des Bollandistes.

Analecta Bollandiana. Tom. 25. 1906.

Société entomologique de Belgique.

Annales. Tome 49. 1905.

Mémoires. Tome 12–14. 1906.

Société royale zoologique et malacologique de Belgique.

Annales. Tome 40. 1905.

Lüttich.

Société géologique de Belgique.

Annales. Tome 30. Livr. 3. Tome 32. Livr. 4. Tome 33. Livr. 1. 2. 1906.

Maredsous.

Revue Bénédictine. Année 23. 1906.

Dollo, Louis. Les allures des Iguanodons, d'après les empreintes des pieds et de la queue. Paris 1905. Sep.-Abdr.

———. Les Dinosauriens adaptés à la vie quadrupède secondaire. Bruxelles 1905. Sep.-Abdr.

Expédition antarctique Belge. Résultats du voyage du s. y. Belgica en 1897–1898–1899. Rapports scientifiques. 21 Hefte. Anvers 1902–05. 4.

de Wildeman, É. Mission Émile Laurent (1903-1904). Énumération des plantes récoltées par Émile Laurent pendant sa dernière Mission au Congo. Fasc. 2. 3. Bruxelles 1905. 06.

Frankreich.

Aix.

Facultés de Droit et des Lettres.

Annales. Tome 1. Tome 2. N. 1. Paris 1905. 06.

Angers.

Société d'Études scientifiques.

Bulletin. Nouv. Sér. Année 34. 1904.

Arras.

Académie des Sciences, Lettres et Arts.

Mémoires. Sér. 2. Tome 36. 1905.

Congrès des Sociétés savantes tenu à Arras les 7, 8, 9 et 10 Juillet 1904. Documents-discours-rapports. 1905.

Besançon.

Société d'Émulation du Doubs.

Mémoires. Sér. 7. Vol. 8. 1903-04.

Bordeaux.

Observatoire.

Catalogue photographique du Ciel. Coordonnées rectilignes. Tome 1. Paris 1905. 4.

Société de Géographie commerciale.

Bulletin. Sér. 2. Année 28. N. 22–24. Année 29. N. 1–22. 1905. 06.

Société des Sciences physiques et naturelles.

Procès-verbaux des séances. Année 1904-05.

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de Juin 1904 à Mai 1905.

Chaine, J., et Richard, A. Table générale des matières des publications de la Société de 1850 à 1900. 1905.

Caen.

Société Linnéenne de Normandie.

Bulletin. Sér. 5. Vol. 8. 1904.

Dijon.

Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres.

Mémoires. Sér. 4. Tome 9. 1903-04.

Douai.

Union géographique du Nord de la France.

Bulletin. Tome 26. Trim. 1. 2. 1905.

Hendaye (Basses-Pyrénées).

Observatoire d'Abbadia.

Observations. Tome 3. 1905. 4.

Lyon.

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts.

Mémoires. Sér. 3. Tome 8. 1905.

Société d'Agriculture, Sciences et Industrie.

Annales. Sér. 8. Tome 2. 1904.

Université.

Annales. Nouv. Sér. I. Sciences, Médecine. Fasc. 16–18. — II. Droit, Lettres. Fasc. 15. 1905–06.

Marseille.

Faculté des Sciences.

Annales. Tome 15. Paris 1905. 4.

Montpellier.

Académie des Sciences et Lettres.

Mémoires. Sér. 2. Section de Médecine. Tome 2. N. 2. 1905.

Nancy.

Académie de Stanislas.

Mémoires. Sér. 6. Tome 2. 1904-05.

Société des Sciences.

Bulletin des séances. Sér. 3. Tome 6. 1905.

Nantes.

Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France.

Bulletin. Sér. 2. Tome 5. 1905.

Paris.

Académie des Sciences.

Comptes rendus hebdomadaires des séances. Tome 141. N. 22–26. Tables. Tome 142. N. 1–26. Tome 143. N. 1–21. 1905–06. 4.

CAUCHY, AUGUSTIN. Oeuvres complètes publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences. Sér. 2. Tome 1. 1905. 4.

Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

Comptes rendus des séances. 1905. Juillet–Déc. 1906. Janv.–Août. Table des années 1857–1900 dressée par G. Ledos. 1906.

Académie de Médecine.

Bulletin. Sér. 3. Tome 53. 54. N. 39–43. Tome 55. 56. N. 1–38. 1905–06.

Comité des Travaux historiques et scientifiques.

Bulletin archéologique. Année 1904. Livr. 3. Année 1905. Livr. 1. 2.

École polytechnique.

Journal. Sér. 2. Cahier 10. 1905. 4.

Musée Guimet.

Annales. Bibliothèque d'Études. Tome 18. 20. 1905. 06.

Annales. Revue de l'Histoire des Religions. Tome 51. 52. Tome 53. N. 1. 1905–06.

Muséum d'Histoire naturelle.

Nouvelles Archives. Sér. 4. Tome 7. 1905. 4.

Bulletin. Tome 11. N. 2–6. Tome 12. N. 1–3. 1905. 06.

Observatoire.

Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire. 1905.

Observatoire météorologique, physique et glaciaire du Mont Blanc.

Annales. Tome 6. 1905.

Société de Géographie.

La Géographie. Bulletin de la Société. Tome 11. N. 3–6. Tome 12. Tome 13. N. 1–4. 1905–06.

Société géologique de France.

Bulletin. Sér. 4. Tome 2. N. 6. Tome 3. N. 7. Tome 4. N. 6. Tome 5. N. 1–5. 1902–05.

Société mathématique de France.

Bulletin. Tome 33. Fasc. 4. Tome 34. Fasc. 1–3. 1905. 06.

Société philomathique.

Bulletin. Sér. 9. Tome 7. N. 6. Tome 8. N. 1–3. 1905. 06.

Société zoologique de France.

Mémoires. Tome 17. 1904.

Tables du Bulletin et des Mémoires (Années 1876 à 1895) rédigées par François Secques. 1905.

Annales des Mines. Sér. 10. Tome 5. 6. Livr. 2. Tome 7. 8. Livr. 5–12. Tome 9. 10. Livr. 1–5. 1904–06.

Annales des Ponts et Chaussées. Sér. 8. Partie 1. Tome 19—22. Partie 2. Tome 5. Cahier 9–12. Tome 6. Cahier 1–8. 1905–06.

Bibliographie des Sciences et de l'Industrie. N. 83–95. 1905–06.

Le Devoir. Revue des questions sociales. Tome 29. Nov. Déc. Tome 30. Janv.–Oct. 1905. 06.

La Feuille des Jeunes Naturalistes. Sér. 4. Année 36. N. 422–432. Année 37. N. 433. 1905–06.

Polybiblion. Revue bibliographique universelle. Sér. 2. Partie littéraire. Tome 62. Livr. 6. Tome 63. Tome 64. Livr. 1–5. — Partie technique. Tome 31. Livr. 12. Tome 32. Livr. 1–11. 1905–06.

Revue épigraphique. N. 117. 118. 1905. 06.

Revue scientifique. Sér. 5. Tome 4. N. 23–27. Tome 5. Tome 6. N. 1–21. 1905–06. 4.

Poitiers.

Société des Antiquaires de l'Ouest.

Bulletins. Sér. 2. Tome 10. 1905. Trim. 3. 4. 1906. Trim. 1. 2.

Mémoires. Sér. 2. Tome 29. 1905. Tafeln dazu besonders.

Rennes.

Faculté des Lettres.

Annales de Bretagne. Tome 20. N. 2–4. Tome 21. N. 1. 2. 1905–06.

Société scientifique et médicale de l'Ouest.

Bulletin. Tome 13. N. 4. Tome 14. 1904. 05.

Rouen.

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts.

Précis analytique des travaux. Année 1903-04.

Sèvres.

Comité International des Poids et Mesures.
Procès-verbaux des séances. Sér. 2. Tome 3. Paris 1905.

Solesmes.

Paléographie Musicale. Publiée sous la direction de Dom André Mocquereau, Prieur de Solesmes. Année 17. 18. N. 66–72. 1905. 06. 4.

Toulouse.

Commission météorologique du Département de la Haute-Garonne.
Bulletin. Tome 1. Fasc. 4. 1904. 4.

Université.
Annales de la Faculté des Sciences. Sér. 2. Tome 7. Fasc. 2–4. Tome 8. Fasc. 1. 1905. 06. 4.
Annales du Midi. Année 17. N. 66–68. Année 18. N. 69. 1905. 06.
Annuaire. 1905-06.
Bulletin. Fasc. 15 bis. 16. 17. 1904–05.
Rapport annuel du Conseil de l'Université. 1903-04.
Station de Pisciculture et d'Hydrobiologie de l'Université.
Bulletin. N. 2. 1904.

Aurigo, Francis. Le Soleil Générateur et Régénérateur. Paris, Marseille 1906.

Berthelot, M. Traité pratique de calorimétrie chimique. 2. édition. Paris 1905.

Boulanger, Em. Notes sur la truffe. Lons-le-Saunier 1906.

Darboux, Gaston. Notice historique sur Charles Hermite. Paris 1905. 4.

Gaudry, Albert. Fossiles de Patagonie. Étude sur une portion du monde antarctique. Paris 1906. 4. Sep.-Abdr.

Graux, Lucien. Proportionnalité directe entre le point cryoscopique d'une eau minérale de la classe des bicarbonatées et la composition de cette eau. Paris 1906. 4. Sep.-Abdr.

Guye, Philippe A. Nouvelles recherches sur le poids atomique de l'azote. Paris 1905.

Janet, Charles. Description du matériel d'une petite installation scientifique. Partie 1. Limoges 1903.

Janet, Charles. Anatomie de la tête du Lasius niger. Limoges 1905.

Issaly. Principes fondamentaux de la théorie des pseudo-surfaces. Paris 1902.

Lebon, Ernest. Théorie et applications des sections homothétiques de deux quadrigues. Paris 1884.

———. Histoire abrégée de l'astronomie. Paris 1899.

———. Traité de géométrie descriptive et géométrie cotée. Vol. 1 (3. édition). Vol. 2. Texte et Atlas. Paris 1901. 1882.

———. Notice sur les travaux mathématiques de M. Ernest Lebon. Paris 1904.

———. Table de caractéristiques relatives à la base 2310 des facteurs premiers d'un nombre inférieur à 30030. Paris 1906.

———. 17 Sep.-Abdr. mathematischen Inhalts.

Le Chatelier, H. Notice und Notice supplémentaire sur ses travaux scientifiques. Paris 1897. 1900. 4.

Lolièe, Frédéric. Analyse des Travaux Mathématiques de M. Ernest Lebon. Paris 1905.

Manouvriez, A. Mines de houille rendues réfractaires à l'ankylostome par des eaux salées de filtration. Paris 1905.

de Margerie, Emm. La Carte bathymétrique des Océans et l'oeuvre de la commission internationale de Wiesbaden. Paris 1905. Sep.-Abdr.

Moissan, Henri. Traité de chimie minérale. Tome 5. Paris 1906.

Vial, Louis-Charles-Émile. Les Erreurs de la Science. Paris 1905.

École Française d'Extrême-Orient, Saigon.
Bulletin. Tome 5. 1905.

Institut Français d'Archéologie orientale, Kairo.
Bulletin. Tome 3. Fasc. 2. Tome 4. 1903. 05. 4.
Mémoires. Tome 10. 14. 1904. 06. 4.

Musée océanographique, Monaco.
Bulletin. N. 44. 46–82. 1905–06.
Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier Prince souverain de Monaco. Fasc. 31. 32. Monaco 1905. 06. 4.

Italien.

Bologna.

Reale Accademia delle Scienze dell' Istituto.
Memorie. Ser. 6. Tomo 2. 1905. 4.
Rendiconto delle sessioni. Nuova Ser. Vol. 9. 1904-05.

Brescia.

Ateneo di Scienze, Lettere ed Arti.
Commentari. 1905.

Florenz.

Biblioteca Nazionale Centrale.
Bollettino delle Pubblicazioni Italiane. N. 58-70. 1905-06. Indici für 1905.
Reale Istituto di Studi superiori, pratici e di Perfezionamento.
Pubblicazioni. Sezione di Scienze fisiche e naturali. R. Osservatorio di Arcetri. Fasc. 18-22. 1904-06.

Genua.

Società di Letture e Conversazioni scientifiche.
Rivista Ligure di Scienze, Lettere ed Arti. Anno 27. Fasc. 6. Anno 28. Fasc. 1-5. 1905. 06.

Mailand.

Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere.
Memorie. Classe di Scienze matematiche e naturali. Vol. 20. Fasc. 5-8. — Classe di Lettere, Scienze morali e storiche. Vol. 21. Fasc. 5. 1905-06. 4.
Rendiconti. Ser. 2. Vol. 38. Fasc. 5-20. Vol. 39. Fasc. 1-16. 1905. 06.
Atti della Fondazione scientifica Cagnola. Vol. 19. 20. 1903-05.

Messina.

Reale Accademia Peloritana.
Atti. Vol. 20. Fasc. 1. 2. Vol. 21. Fasc. 1. 1905-06.
Resoconti delle Tornate delle Classi. 1906. Gennaio-Giugno.

Modena.

Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti.
Memorie. Ser. 3. Vol. 5. 1905. 4.

Neapel.

Accademia Pontaniana.
Atti. Vol. 35. 1905. 4.
Reale Istituto d' Incoraggiamento.
Atti. Vol. 56. 1904. 4.
Società Reale.
Accademia delle Scienze fisiche e matematiche.
Atti. Ser. 2. Vol. 12. 1905. 4.
Rendiconto. Ser. 3. Vol. 11. Fasc. 4-12. Vol. 12. Fasc. 1-8. 1905. 06. 4.
Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti.
Atti. Vol. 23. 1905. 4.
Rendiconto delle tornate e dei lavori. Nuova Ser. Anno 19. Gennaio a Marzo. 1905. 4.

Padua.

Reale Accademia di Scienze, Lettere ed Arti.
Atti e Memorie. Nuova Ser. Vol. 21. 1904-05.
Rivista periodica dei lavori. Fasc. 21-24. 27-34. 34/35. 36-49. 55-65. 1861-84.
Nuovi Saggi. Vol. 6. Vol. 7. Parte 1. Vol. 9. Parte 1. 1847-83. 4.
Accademia scientifica Veneto-Trentino-Istriana.
Atti. Nuova Ser. Classe di Scienze naturali, fisiche e matematiche. Anno 2 1905.

Palermo.

Circolo matematico.
Annuario. 1905 (2.-6. migliajo). 1906 (1. edizione). 4.
Rendiconti. Tomo 20. Fasc. 2. Tomo 21. Tomo 22. Fasc. 1. 2. 1905-06. 4.
Società di Scienze naturali ed economiche.
Giornale di Scienze naturali ed economiche. Vol. 25. 1905. 4.

Perugia.

Università.
Annali della Facoltà di Medicina. Ser. 3. Vol. 4. 1904.

Pisa.

Società Toscana di Scienze naturali.
Atti. Memorie. Vol. 21. 1905. — Processi verbali. Vol. 14. N. 9. 10. Vol. 15. N. 1-5. 1905-06.

Rom.

Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei.
Atti. Anno 58. Sess. 2–7. Anno 59. Sess. 1–3. 1905–06.
Memorie. Vol. 23. 1905. 4.

Reale Accademia dei Lincei.
Annuario. 1906.
Atti. Ser. 5.
Memorie. Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali. Vol. 5. Fasc. 11–13. Vol. 6. Fasc. 1–5. 1905. 06. 4.
Notizie degli Scavi di Antichità. Vol. 2. Fasc. 8–12. Indici. Vol. 3. Fasc. 1–3. 1905. 06. 4.
Rendiconti. Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali. Vol. 14. Sem. 2. Fasc. 10–12. Vol. 15. Sem. 1. Sem. 2. Fasc. 1–9. 1905. 06. 4. — Classe di Scienze morali, storiche e filologiche. Vol. 14. Fasc. 7–12. Vol. 15. Fasc. 1–4. 1905. 06.
Rendiconto dell' Adunanza solenne del 3 Giugno 1906. 4.

Reale Società Romana di Storia patria.
Archivio. Vol. 28. Fasc. 3. 4. Vol. 29. Fasc. 1. 2. 1905. 06.

Reale Ufficio (Comitato) geologico d' Italia.
Bollettino. Ser. 4. Vol. 6. N. 3. 4. Vol. 7. N. 1. 2. 1905. 06.

Siena.

Reale Accademia dei Fisiocritici.
Atti. Ser. 4. Vol. 17. N. 5–10. Vol. 18. N. 1–5. 1905. 06.

Turin.

Reale Accademia d' Agricoltura.
Annali. Vol. 44–48. 1901–05.

Reale Accademia delle Scienze.
Atti. Vol. 41. Indici generali dei Volumi 31–40. 1905–06.
Memorie. Ser. 2. Tomo 55. 1905. 4.
Osservazioni meteorologiche fatte all' Osservatorio della R. Università di Torino. 1905.

La Biblioteca Marciana nella sua nuova sede. 27. Aprile 1905. Venezia 1906. 4.

De Zio, Vincenzo. Elettricità atmosferica. Fossano 1906.

Egoroff, Sophie. Conférence sur le thème: Nouveau regard sur Bouddha-Çakya-Mouni comme personnage historique. Rome 1906.

Galilei, Galileo. Opere. Edizione nazionale. Vol. 16–18. Firenze 1905–06. 4.

Guccia, G. B. 3 Sep.-Abdr. mathematischen Inhalts.

Guerrini, Guido. 10 Sep.-Abdr. physiologischen Inhalts.

Molteni, Paolo. Il termo. Metallo che sta prima dell' uranio e del radio. Sesto S. Giovanni 1906.

Pennisi Mauro, Antonino. L'Universale. Organo filosofico della dimostrazione dell' ente. Catania 1905.

Pirazzoli, R., e Masini, A. Osservazioni meteorologiche dell' annata 1904. Bologna 1905. 4. Sep.-Abdr. (Osservatorio della R. Università di Bologna.)

Rajna, Michele. Sulle condizioni dell' Osservatorio della R. Università di Bologna. Bologna 1906. Sep.-Abdr.

Vanghetti, G. Plastica e protesi cinematiche. Nuova teoria sulle amputazioni e sulla protesi. Empoli 1906.

Vattasso, Marcus. Initia patrum aliorumque scriptorum ecclesiasticorum Latinorum. Vol. 1. Romae 1906. (Studi e Testi. 16.)

Veronese, Giuseppe. Il vero nella matematica. Roma 1906. 4.

Spanien und Portugal.

Madrid.

Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales.
Anuario. 1906.
Memorias. Tomo 22–24. 1905–06.
Revista. Tomo 3. N. 2–6. Tomo 4. 1905. 06.

Real Academia de la Historia.
Boletin. Tomo 47. Cuad. 6. Tomo 48. Tomo 49. Cuad. 1–5. 1905–06.

Sociedad Española de Física y Química.
Anales. Tomo 3. N. 25–28. Tomo 4. N. 29–35. 1905. 06.

San Fernando.

Instituto y Observatorio de Marina.
Almanaque náutico para el año 1907. 4.
Anales. Sección 2. Año 1904. 1905. 4.

Arnaiz, Ricardo Lucio. Le triomphe de la science. Madrid 1905. 2 Ex.
Wangüemert y Poggio, José. El Almirante D. Francisco Diaz Pimienta y su época. Madrid 1905.

Lissabon.

Commissão do Serviço geologico.
[Memorias.] Koby, F. Description de la faune jurassique du Portugal. Polypiers du jurassique supérieur. 1904-05. — Choffat, Paul. Contributions à la connaissance géologique des colonies portugaises d'Afrique. II. 1905. 4.

Porto.

Academia polytechnica.
Annaes scientificos. Vol. 1. N. 1-3. Coimbra 1905-06.

Cabreira, Antonio. Sur les polynômes dérivés. 1906. Sep.-Abdr.
———. Sur les propriétés de deux cercles égaux et tangents. Coimbra 1906. Sep.-Abdr.
Oom, Frederico. Méthodes de calcul graphique en usage à l'Observatoire royal de Lisbonne (Tapada). Lisbonne 1905. Sep.-Abdr.

Russland.

Dorpat.

Naturforscher-Gesellschaft.
Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. Ser. 2. Bd. 13. Lief. 1. 1905.
Schriften. 16. 1905. 4.
Sitzungsberichte. Bd. 14. 1904-05.

Universität.
Acta et commentationes. God 12. N. 1-6. God 13. N. 1-4. 1904. 05.
Meteorologisches Observatorium der Universität.
Meteorologische Beobachtungen. Jahrg. 39. 1904.
Bericht über die Ergebnisse der Beobachtungen an den Regenstationen des Liv-, Est-, Kurländischen Netzes. 1901.

Helsingfors.

Finländische Gesellschaft der Wissenschaften.
Acta. Tom. 31. 1903. 4.
Meteorologische Zentral-Anstalt.
Observations. Vol. 19. 1900. 4.

Societas pro Fauna et Flora Fennica.
Acta. Vol. 25. 1903-04.
Meddelanden. Häftet 29. 1902-03.

Jekaterinburg.

Uralische Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften.
Bulletin. Tome 25. 1905.

Kasan.

Universität.
Učenyja zapiski. God 72. N. 10-12. God 73. N. 1-8. 9 nebst Beilage. 10 nebst Beilage. 1905. 06.

Kiew.

Universität.
Universitetskija izvěstija. God 45. N. 8-12. God 46. N. 1-7. 1905. 06.

Moskau.

Kaiserliche Gesellschaft der Freunde der Naturwissenschaft, der Anthropologie und der Ethnographie.
Izvěstija. Tom 107. Vypusk 2. Tom 108-111. 1904-05. 4.

Lazarevsches Institut für orientalische Sprachen.
Trudy po Vostokověděniju. Vypusk 23. 24. 1905.

Société impériale des Naturalistes.
Bulletin. Nouv. Sér. Tome 19. N. 1-3. 1905.

Odessa.

Neurussische Gesellschaft der Naturforscher.
Zapiski. Tom 28. 29. 1905. 06.

St. Petersburg.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften.
Mémoires. Sér. 8. Classe physico-mathématique. Tome 16. N. 4–12. Tome 17. — Classe historico-philologique. Tome 6. N. 7. Tome 7. N. 1–7. 1904–06. 4. und 8.
Βυζαντινὰ Χρονικά. Τόμος 11. 1904.
Permanente Seismische Central-Commission.
Comptes rendus des séances. Tome 2. Livr. 2. 1906.
Zoologisches Museum.
Annuaire. Tome 10. N. 1. 2. Beilage zu Tome 11. 1905. 06.
Physikalisches Nikolai-Central-Observatorium.
Annales. Année 1903. Partie 1. Partie 2. Fasc. 1. 2. 2.
Bibliotheca buddhica. N. 6, 1. 2. 1905.
Köppen, Friedrich Theodor. Bibliotheca zoologica Rossica. Bd. 1. 1905.
Radloff, W. Versuch eines Wörterbuches der Türk-Dialecte. Lief. 18. 19. 1905. 4.
Wissenschaftliche Resultate der von N. M. Przewalski nach Central-Asien unternommenen Reisen. Zoologischer Theil. Bd. 2. Vögel. Lief. 4. 1905. 4.

Kaiserlicher Botanischer Garten.
Acta. Tom. 24. Fasc. 3. Tom. 25. Fasc. 1. Tom. 26. Fasc. 1. 1905–06.

Kaiserliche Gesellschaft der Naturforscher.
Travaux. Vol. 34. Livr. 3 nebst Beilage. Vol. 35. Livr. 2. 4. Vol. 36. Livr. 1. N. 4–8. Vol. 37. Livr. 1. N. 1. 2. Suppl.: Travaux de l'Expédition Aralo-Caspienne. Livr. 7. 1904–06.

Kaiserliche Mineralogische Gesellschaft.
Materialien zur Geologie Russlands. Bd. 22. Lief. 2. 1905.
Verhandlungen. Ser. 2. Bd. 42. Lief. 2. 1905.

Kaiserliches Institut für experimentelle Medicin.
Archives des Sciences biologiques. Tome 11. N. 4. 5. Tome 12. N. 1. 2. 1905. 06.

Universität.
Obozrěnie prepodavanija nauk. 1905-06. 1906-07.
Otčet o sostojanii i dějatel'nosti. 1905.
Materialy dlja istorii fakul'teta vostočnych jazykov. Tom 1. 1905.
Proekt glavnych položenij ustava universiteta, vyrabotannyj Sovětom Imperatorskago S.-Peterburgskago Universiteta. 1905.
Botanischer Garten der Universität.
Scripta botanica. Fasc. 22. 23. 1903–06.

Pulkowa.

Kaiserliche Nikolai-Hauptsternwarte.
Publications. Sér. 2. Vol. 3. 14. Vol. 17. N. 2. St.-Pétersbourg 1905. 4.

Riga.

Naturforscher-Verein.
Korrespondenzblatt. 48. 1905.

Warschau.

Kaiserliche Universitäts-Sternwarte.
Observations faites au cercle méridien. Partie 3. Fasc. 1. 2. 1902. 03. 4.
Sterncatalog der K. Universitäts-Sternwarte Warschau. Zone −2° bis −7°. 1904. 4.

Averincev, S. Rhizopoda présnych vod. Vyp. 1. 2. S.-Peterburg 1906. Sep.-Abdr.
Donitch, M. N. Observations de l'éclipse annulaire du Soleil du 16–17 Mars 1904 à Pnom-Penh (Cambodge). St.-Pétersbourg 1906. Sep.-Abdr.
Kokowzoff, P. Nouveaux fragments syro-palestiniens de la Bibliothèque impériale publique de Saint-Pétersbourg. Saint-Pétersbourg 1906. 4.
Latyschew, Basil. Scythica et Caucasica e veteribus scriptoribus Graecis et Latinis collegit et cum versione Rossica ed. Vol. 2. Fasc. 2. Sanktpeterburg 1906.
Smirnow, D. Magnetische Messungen in Sibirien. 1906. Sep.-Abdr.
Stodolkiewicz, A. J. Appendice à la théorie des équations différentielles. Varsovie 1906.

Balkanstaaten.

Athen.

National-Observatorium.

Annales. Tome 4. 1905. 4.

Ἐπιστημονικὴ Ἑταιρεία.

Ἀθηνᾶ. Σύγγραμμα περιοδικόν. Τόμος 17. Τεῦχος 3. 4. Τόμος 18. Τεῦχος 1. 1905. 06.

Hatzidakis, Georgios N. Die Sprachfrage in Griechenland. Ἐν Ἀθήναις 1905.

Pachtikos, Georgios D. 260 δημώδη Ἑλληνικὰ ᾄσματα. Τόμος 1. Ἐν Ἀθήναις 1905.

Bukarest.

Academia Română.

Analele. Ser. 2. Tomul 27. Partea administrativă şi Desbaterile. Memoriile Secţiunii ştiinţifice. Memoriile Secţiunii istorice. Memoriile Secţiunii literare. 1904-05.

Discursuri de recepţiune. 27. 1905.

Aslan, Th. C. Finanţele României dela regulamentul organic până astăzi. 1831-1905. 1905.

Bianu, Ioan, şi Hodoş, Nerva. Bibliografia Românească veche. 1508-1830. Tom. 2. Fasc. 1. 1905. 4.

Dan, Dimitrie. Mânăstirea şi comuna Putna. 1905.

Istoria Romana de Titus Livius traducere de Nd. Locusteanu şi I. S. Petrescu. Tomul 3. 1904.

Papahagi, Per. Basme Aromâne şi glosar. 1905.

Sturdza, Démètre A. L'activité de l'Académie Roumaine de 1884 à 1905. 1905. 5 Ex.

Societatea de Ştiinţe.

Buletinul. Anul 14. N. 6. Anul 15. N. 1-4. 1905. 06.

Jassy.

Universitatea.

Annales scientifiques. Tome 3. Fasc. 3. 4. Tome 4. Fasc. 1. 1905-06.

Belgrad.

Königlich Serbische Akademie der Wissenschaften.

Glas. 10-12. 1888-89. 30. 1891. 70. 1906.

Godišňak. 2. 1888. 19. 1905.

Spomenik. 1-18. 1888-92. 42. 43. 1905. 06. 4.

Srpski dijalektološki zbornik. Kńiga 1. 1905.

Srpski etnografski zbornik. Atlas zu Kńiga 6. 1905. 4.

Popović, Pavle. Pripovetka o devojci bez ruku. 1905. 2 Ex.

Serbische Gelehrte Gesellschaft.

Glasnik srpskog učenog društva. Kńiga 33-54. 56. 57. 59. 75. 1872-92. Odel'eńe 2. Kńiga 1. 3-15. 1868-83.

Bobčev, S. S. Prinosŭ kŭmŭ istorijata na bŭlgarskoto vŭzraždane. Sofija 1905. Sep.-Abdr.

———. Obličaj i zakon. Sanktpeterburg 1906. Sep.-Abdr.

———. Prid (agyrlyk) — bolgarskaja kladka. Sanktpeterburg 1906. Sep.-Abdr.

Vereinigte Staaten von Nord-America.

Baltimore.

Johns Hopkins University.

Circular. New Ser. 1905. N. 3-7. 9. 1906. N. 1-3.

American Chemical Journal. Vol. 33. N. 4-6. Vol. 34. Vol. 35. N. 1-4. 1905-06.

American Journal of Mathematics. Vol. 27. N. 2-4. Vol. 28. N. 1. 1905. 06. 4.

The American Journal of Philology. Vol. 26. 1905.

Studies in Historical and Political Science. Ser. 23. N. 3-12. Ser. 24. N. 1. 2. 1905. 06.

Maryland Geological Survey.

[Reports.] Vol. 5. 1905.

Peabody Institute.

Annual Report. 39. 1906.

Berkeley.

University of California.

Bulletins. New Ser. Vol. 6. N. 3. Vol. 7. N. 2. 1905.

Chronicle. Vol. 7. N. 2–4. Vol. 8. N. 1. 2 and Suppl. 1905.

Publications. American Archaeology and Ethnology. Vol. 3. — Botany. Vol. 2. N. 3–11. — Geology. Vol. 4. N. 2–13. — Classical Philology. Vol. 1. N. 3. 4. — Physiology. Vol. 2. N. 10–19. Vol. 3. N. 1–5. — Zoology. Vol. 1. N. 9. Vol. 2: Introduction. N. 4–8. Vol. 3. N. 1. 1905–06.

Register. 1904-05.

The Department of Anthropology of the University of California. 1905.

Agricultural Experiment Station.

Bulletin. N. 165–176. Sacramento 1905–06.

Circular. N. 13. 1905.

Lick Observatory, Mount Hamilton.

Bulletin. N. 83–91. 93–102. 1905–06. 4.

Boston.

American Academy of Arts and Sciences.

Memoirs. Vol. 13. N. 3. 1906.

Proceedings. Vol. 41. N. 14–35. Vol. 42. N. 1–12. 1905–06.

American Philological Association.

Transactions and Proceedings. Vol. 35. 1904.

Massachusetts Institute of Technology.

Technology Quarterly and Proceedings of the Society of Arts. Vol. 18. N. 3. 4. Vol. 19. N. 1–3. 1905. 06.

The Astronomical Journal. N. 579–589. 1905–06. 4.

The American Naturalist. Vol. 39. N. 468. Vol. 40. N. 469–478. 1905. 06.

Cambridge, Mass.

Harvard College.

Harvard Oriental Series. Vol. 7. 8. Atharva-Veda Saṁhitā. Translated by William Dwight Whitney. Edited by Charles Rockwell Lanman. Half 1. 2. 1905. Vol. 9. 1905.

Museum of Comparative Zoölogy.

Bulletin. Vol. 43. N. 4. Vol. 46. N. 8–14. Vol. 48. N. 1–3. Vol. 49. N. 1–3. Vol. 50. N. 1–3. 1905–06.

Memoirs. Vol. 30. N. 2. 3. Vol. 33. 1905–06.

Annual Report of the Curator. 1904-05.

Astronomical Observatory.

Annals. Vol. 53. N. 5–10. Vol. 56. N. 3. 1905. 4.

Circulars. N. 76–78. 93–112. 1904–06. 4.

Annual Report of the Director. 60. 1905.

Telegraphic Cipher Code. Gerrish System. 1906.

Chicago.

Field Columbian Museum.

Publications. N. 96. 97. 99. 100. 102–114. 116. 1905–06.

University of Chicago.

The Decennial Publications of the University of Chicago. Ser. 2. Vol. 16. 1906.

The Botanical Gazette. Vol. 40. N. 6. Vol. 41. Vol. 42. N. 1–4. 1905–06.

The Astrophysical Journal. Vol. 22. N. 5. Vol. 23. Vol. 24. N. 1–4. 1905–06.

The Journal of Geology. Vol. 13. N. 7. 8. Vol. 14. N. 1–7. 1905. 06.

Yerkes Observatory, Williams Bay, Wis.

Report of the Director for the period 1899–1904.

Cincinnati.

Cincinnati Observatory.

Publications. N. 15. 1905.

University of Cincinnati.

Record. Ser. 1. Vol. 1. N. 3. 7–11. Vol. 2. N. 1–9. 9a. 12–16. 1904–06.

Columbia, Mo.

University of Missouri.

Studies. Science Series. Vol. 1. N. 1. — Social Science Series. Vol. 1. 1905.

Laws Observatory.

Bulletin. N. 2–7. 1904–05. 4.

Des Moines.

Iowa Geological Survey.

Annual Report. Vol. 15. 1904.

Easton, Pa.

American Chemical Society.
Journal. Vol. 27. N. 12. Vol. 28. N. 1–11. 1905. 06.

Granville, Ohio.

Denison University.
Bulletin of the Scientific Laboratories. Vol. 13. Art. 2. 1905.

Houghton.

Michigan College of Mines.
Year Book. 1905-06. Dazu ein Heft Views at the Michigan College of Mines.

Jefferson City.

Missouri Bureau of Geology and Mines.
Biennial Report of the State Geologist. 1903. (2 Ex.) 1905. (2 Ex.).
[Reports.] Vol. 13. (2 Ex.) Ser. 2. Vol. 1. (2 Ex.) 2. (2 Ex.) 3. 4. 1900–05.

Ithaca, N. Y.

The Journal of Physical Chemistry. Vol. 9. N. 9. Vol. 10. N. 1–8. 1905. 06.
The Physical Review. Vol. 21. N. 6. Vol. 22. Vol. 23. N. 1–5. 1905–06.

Lawrence, Kansas.

University of Kansas.
Science Bulletin. Vol. 3. 1906.

Lincoln.

University of Nebraska. Agricultural Experiment Station.
Bulletin. N. 76–80. 1903.

Madison.

Wisconsin Geological and Natural History Survey.
Bulletin. N. 14 nebst Atlas. 1906.

Milwaukee.

Public Museum.
Annual Report of the Board of Trustees. 23. 1904-05.
Wisconsin Natural History Society.
Bulletin. New Ser. Vol. 3. N. 4. Vol. 4. 1905. 06.

Missoula, Mont.

University of Montana.
Bulletin. N. 30–32. 34. 35. 1905–06.

New Haven.

Astronomical Observatory of Yale University.
Transactions. Vol. 2. Part 1. 1906. 4.
American Oriental Society.
Journal. Vol. 26. Half 2. Vol. 27. Half 1. 1906.
The American Journal of Science. Ser. 4. Vol. 20. N. 120. Vol. 21. N. 121–126. Vol. 22. N. 127–131. 1905–06.

New York.

Academy of Sciences.
Annals. Vol. 16. Part 2. 3. 1905.
American Mathematical Society.
Bulletin. Vol. 12. N. 3–10. Vol. 13. N. 1. 2. 1905–06.
Annual Register. 1906.
Transactions. Vol. 7. 1906.

Oberlin, Ohio.

Wilson Ornithological Club.
The Wilson Bulletin. N. 38–56. 1902–06.

Philadelphia.

Academy of Natural Sciences.
Journal. Ser. 2. Vol. 13. Part 2. 1905. 4.
Proceedings. Vol. 57. Part 2. 3. Vol. 58. Part 1. 1905. 06.
American Philosophical Society.
Proceedings. Vol. 44. N. 180. 181. Vol. 45. N. 182. 1905. 06.
Transactions. New Ser. Vol. 21. Part 2. 3. 1906. 4.
University of Pennsylvania.
Bulletins. Ser. 6. N. 1–3. N. 5. Part 2. 1905–06.
Publications. Series in Political Economy and Public Law. N. 18. — Series in Mathematics. N. 3. — Series in Philology and Literature. Vol. 10. — Contributions from the Zoological Laboratory. Vol. 12. 1905–06.
19 akademische Schriften aus den Jahren 1903–06.
Americana Germanica. New Ser. Monographs devoted to the Comparative Study of the Literary, Linguistic and Other Cultural Relations of Germany and America: Parry, Ellwood Comly. Friedrich Schiller in America. 1905.

Princeton.

University.

Catalogue. Year 159. 1905-06.

Rochester, N. Y.

Academy of Science.

Proceedings. Vol. 3. Broch. 3. Vol. 4. S. 149–231. 1904–06.

Saint Louis.

Academy of Science.

Transactions. Vol. 14. N. 7. 8. Vol. 15. N. 1–5. 1904. 05.

Salem, Mass.

Essex Institute.

Sears, John Henry. The Physical Geography, Geology, Mineralogy and Paleontology of Essex County, Massachusetts. 1905. 4.

Tufts College, Mass.

Studies. Scientific Series. Vol. 2. N. 1. 2. 1905. 06.

Washington.

National Academy of Sciences.

Memoirs. Vol. 9. 1905.

Bureau of Standards.

Bulletin. Vol. 1. N. 3. Vol. 2. N. 1. 2. 1905. 06.

Annual Report of the Director. 1905. 4.

Carnegie Institution of Washington.

Publications. N. 8. Vol. 1. Part. 1. N. 9. Vol. 1–3. N. 25. 27. 34–38. 40–42. 45. 46. 49–53. 1905–06. 4. und 8.

Year Book. N. 4. 1905.

Solar Observatory, Mount Wilson, California.

Contributions. N. 3–8. 1906. Sep.-Abdr.

Report of Director. 1905. Sep.-Abdr.

Smithsonian Institution.

Smithsonian Miscellaneous Collections. N. 1585. 1905.

Smithsonian Contributions to Knowledge. N. 1651. 1905. 4.

Annual Report of the Board of Regents. 1904. Nebst Report of the U. S. National Museum.

Bureau of American Ethnology.

Bulletin. N. 28. 29. 32. 1904–06.

Annual Report. 23. 1901-02.

United States National Museum.

Bulletin. N. 53. Part 1. N. 54. 55. 1905.

Contributions from the United States National Herbarium. Vol. 10. Part 1. 2. Vol. 11. 1906.

Proceedings. Vol. 28–30. 1905–06.

Philosophical Society.

Bulletin. Vol. 14. S. 277–450. 1905–06.

United States Bureau of Education.

Report of the Commissioner of Education. 1904. Vol. 1.

United States Coast and Geodetic Survey.

Report of the Superintendent. 1904-05.

United States Geological Survey.

Bulletin. N. 243. 247. 251. 256. 257. 262. 263. 265–274. 276. 1905–06.

Monographs. Atlas zu Vol. 32. Vol. 47. Vol. 48. Part 1. 2. 1904–05.

Professional Papers. N. 34. 36–38. 40–45. 47. 48. Part 1–3. 49. 1904–06.

Annual Report of the Director. 26. 1904-05.

Mineral Resources of the United States. 1904.

Water-Supply and Irrigation Papers. N. 119–154. 157. 165–169. 171. 1905–06.

Geologic Atlas of the United States. Folio N. 107–135. 1904–06. gr. 2.

United States Naval Observatory.

Publications. Ser. 2. Vol. 4. Part 1–4. 1906.

Report of the Superintendent. 1905.

Corey, S. A. A Method of Approximation. 1906. Sep.-Abdr.

Hinrichs, Gustavus Detlef. The Amana Meteorites of February 12, 1875. St. Louis 1905.

Hollander, J. H. The Financial History of Baltimore. Baltimore 1899.

List of the Benjamin Franklin Papers in the Library of Congress. Washington 1905.

Petrunkevich, Alexander. The Freedom of the Will. A Study in Materialism. 1905.

Preliminary Report of the State Earthquake Investigation Commission. Berkeley, Cal., 1906.

Sands, Benj. W. The Primordial Energy. Springfield, Mo., 1906.

Welcker, Adair. A Dream of Realms beyond us. 9. Edition. San Francisco 1906.

Philippine Weather Bureau, Manila.
Bulletin. 1905. March–Dec. 4.
Annual Report of the Director. 1903. Part 3. 4.

Ethnological Survey, Manila.
Publications. Vol. 1. Vol. 2. Part 1–3. Vol. 3. Vol. 4. Part 1. 1904–05.

American School of Classical Studies, Rom.
Supplementary Papers. Vol. 1. New York 1905.

Mittel- und Süd-America.

Mexico.

Instituto geológico de México.
Boletin. N. 20. 21. 1905. 4.
Parergones. Tomo 1. N. 9. 10. 1905. 06.

Museo Nacional.
Anales. Época 2. Tomo 2. N. 10–12. Tomo 3. N. 1–9. 1905. 06. 2.

Sociedad científica »Antonio Alzate«.
Memorias y Revista. Tomo 21. N. 5–12. Tomo 22. N. 1–6. Tomo 23. N. 1–4. 1904–05.

Mexico. Its Social Evolution. Literary Editor: Justus Sierra. Artistic Editor: James Ballescá. Translated into English by G. Sentiñón. Tome 1. Vol. 1. 2. Tome 2. Mexico 1900–02. 2.

Buenos Aires.

Museo Nacional.
Anales. Ser. 3. Tomo 5. 1905.

Córdoba (República Argentina).

Academia Nacional de Ciencias.
Boletin. Tomo 18. Entr. 1. 2. Buenos Aires 1905.

Lima.

Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú.
Boletin. N. 26–39. 1905–06. 4.

Memoria que presenta el Director al Ministro de Fomento. 2. 1904-05.

Montevideo.

Museo Nacional.
Anales. Ser. 2. Entr. 2. — Sección histórico-filosófica. Tomo 2. Entr. 1. 1905.

Pará.

Museu Goeldi (Museu Paraense) de Historia natural e Ethnographia.
Boletim. Vol. 4. N. 4. 1906.
Memorias. 2. 4. 1900. 05. 4.
Relação das publicações scientificas feitas durante o periodo de 1894–1904. 2 Ex.

Rio de Janeiro.

Museu Nacional.
Archivos. Vol. 12. 1903. 4.

Observatorio.
Annuario. Anno 22. 1906.
Boletim mensal. 1904. Outubro–Dezembro. 1905. Janeiro–Dezembro. 4.

von Jhering, Hermann. The Anthropology of the State of S. Paulo, Brazil. 2. Edition. São Paulo 1906.

China und Japan.

Schanghai.

North-China Branch of the Royal Asiatic Society.
Journal. New Ser. Vol. 36. 37. 1905. 06. 4.

Kyoto.

Universität.
Calendar. 1905-06.

Tokyo.

Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens.
Mitteilungen. Bd. 10. Tl. 2. 3. 1905. 06.

Zoologische Gesellschaft.
Annotationes zoologicae Japonenses. Vol. 5. Part 5. 1906.

Universität.
The Journal of the College of Science. Vol. 20. Art. 8–12. Vol. 21. Art. 1. 1905. 06.
Mitteilungen aus der Medicinischen Facultät. Bd. 6. N. 4. 1905.

Omori, F. Note on the San Francisco Earthquake of April 18, 1906. Tokyo 1906. Sep.-Abdr.

Aegypten.

Alexandrien.

Société archéologique.

Bulletin. N. 1–8. 1898–1905.

Botti, G. L'acropole d'Alexandrie et le Sérapeum d'après Aphtonius et les fouilles. 1895.

Botti, G. Fouilles à la colonne Théodosienne (1896). Nebst Annex: Plan du quartier »Rhacotis« dans l'Alexandrie romaine. 1897.

Ferner wurden durch Ankauf erworben:

Athen. Ἀρχαιολογικὴ Ἑταιρεία. Ἐφημερὶς ἀρχαιολογική. Περίοδος 3. 1905. 4.

Berlin. Journal für die reine und angewandte Mathematik. Bd. 129–131. 1905–06. 4.

Dresden. Hedwigia. Organ für Kryptogamenkunde. Bd. 45. 1906.

Leiden. Mnemosyne. Bibliotheca philologica Batava. Nova Ser. Vol. 34. 1906.

Leipzig. Hinrichs' Halbjahrs-Katalog der im deutschen Buchhandel erschienenen Bücher, Zeitschriften, Landkarten usw. 1905. Halbj. 2. 1906. Halbj. 1. 4.

———. Literarisches Zentralblatt für Deutschland. Jahrg. 56. N. 47–52. Titel und Inhalt. Jahrg. 57. N. 1–48. 1905. 06. 4.

London. The Annals and Magazine of Natural History. Ser. 7. Vol. 16. N. 96. Vol. 17. N. 97–102. Vol. 18. N. 103–107. 1905–06.

New Haven. The American Journal of Science. Ser. 4. Index to Vols. 11–20. 1906.

Paris. Annales de Chimie et de Physique. Sér. 8. Tome 6. Déc. Tome 7. 8. Tome 9. Sept.–Oct. 1905–06.

———. Annales des Mines. Sér. 10. Tome 7. Livr. 4. 1905.

———. Revue archéologique. Sér. 4. Tome 6. Sept.–Déc. Tome 7. Tome 8. Juillet-Août. 1905–06.

Strassburg i. E. Minerva. Jahrbuch der gelehrten Welt. Jahrg. 15. 1905-06.

Stuttgart. Litterarischer Verein. Bibliothek. Bd. 239–242. Tübingen 1906.

Allgemeine Deutsche Biographie. Lief. 252–258. Leipzig 1905–06.

Festschrift Ludwig Boltzmann gewidmet zum 60. Geburtstage 20. Februar 1904. Leipzig 1904.

Brunn, Heinrich. Kleine Schriften. Gesammelt von Heinrich Bulle und Hermann Brunn. Bd. 3. Leipzig und Berlin 1906.

Clemen, Carl. Schleiermachers Glaubenslehre in ihrer Bedeutung für Vergangenheit und Zukunft. Gießen 1905.

Dreszler, Friedrich August. Moltke in seiner Häuslichkeit. 2. Aufl. Berlin 1904.

Ferguson, Adam. Abhandlung über die Geschichte der bürgerlichen Gesellschaft. Ins Deutsche übertragen von Valentine Dorn. Jena 1904.

Grimm, Jacob, und Grimm, Wilhelm. Deutsches Wörterbuch. Bd. 4. Abth. 1. Th. 3. Lief. 6. Bd. 10. Abth. 2. Lief. 2. 3. Bd. 13. Lief. 5. Leipzig 1905–06. 4.

Festschrift zum 60. Geburtstage von Robert Koch hrsg. von seinen dankbaren Schülern. Jena 1903.

Latyschew, Basil. Scythica et Caucasica e veteribus scriptoribus Graecis et Latinis collegit et cum versione Rossica ed. Vol. 1. Fasc. 3. Vol. 2. Fasc. 1. Sanktpeterburg 1900. 04.

Mommsen, Theodor. Römische Geschichte. Bd. 1–3 in 9., Bd. 5 in 5. Aufl. Berlin 1903–04.

Orientalische Studien Theodor Nöldeke zum 70. Geburtstag (2. März 1906) gewidmet. Bd. 1. 2. Gießen 1906.

Reiner, Julius. Hermann von Helmholtz. Leipzig 1905. (Klassiker der Naturwissenschaften. Bd. 6.)

Riehl, Alois. Hermann von Helmholtz in seinem Verhältnis zu Kant. Berlin 1904.

Schrader, Eberhard. Die Keilinschriften und das Alte Testament. 3. Aufl., neu bearb. von H. Zimmern und H. Winckler. Berlin 1903.

v. Schrötter, L. Robert Kochs Bedeutung für die Bekämpfung der Tuberkulose. Berlin 1903. Sep.-Abdr.

Silberstein, A. Leibnizens Apriorismus im Verhältnis zu seiner Metaphysik. Berlin 1904.

Stölzel, Adolf. Die Verhandlungen über Schillers Berufung nach Berlin. Berlin 1905.

NAMENREGISTER.

SACHREGISTER.

Berichtigungen.

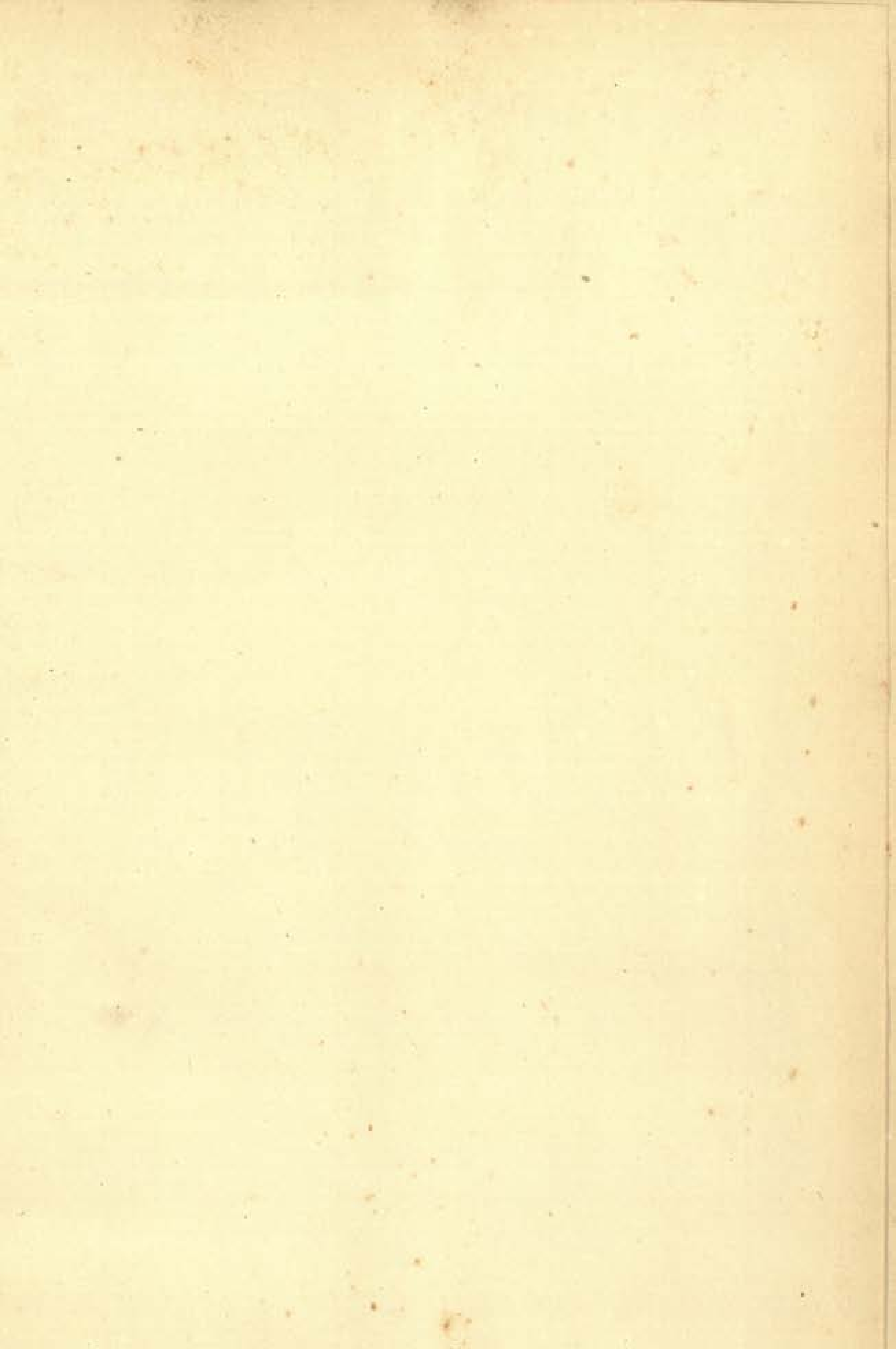
Seite 209. G. Frobenius und I. Schur, Über die Äquivalenz der Gruppen linearer Substitutionen: Zeile 11 von unten muss es heissen irreduzibel statt reduzibel.

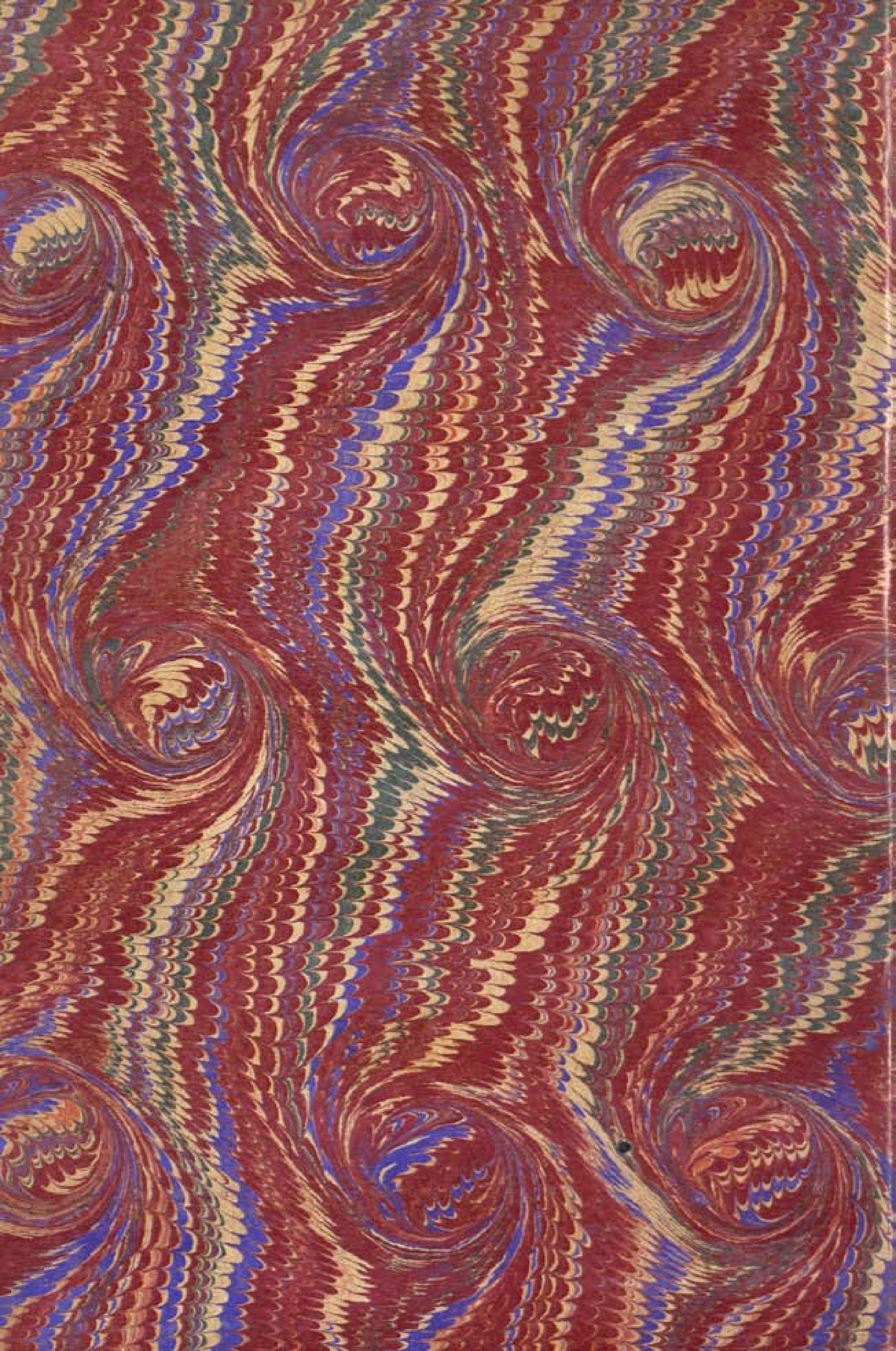
Seite 658. G. Frobenius, Über das Trägheitsgesetz der quadratischen Formen. II: Zeile 12 von oben muss es heissen Sitzungsberichte 1894 statt 1904.

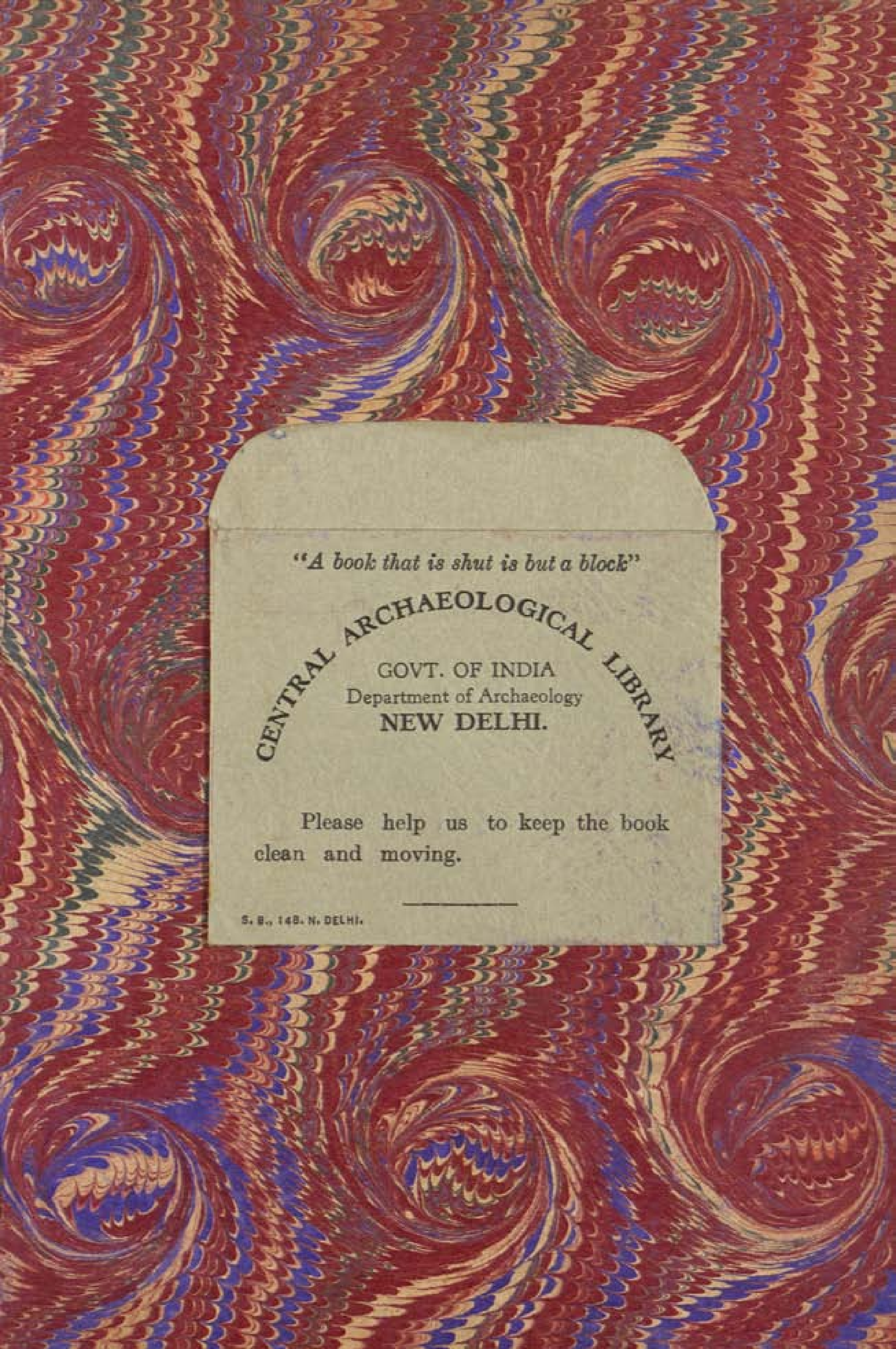
Seite 687. Übersicht der Gesammtsitzung vom 18. October. N. 3: Zeile 3 der Inhaltsangabe muss es heissen anomal statt normal.

Ausgegeben am 10. Januar 1907.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.







"A book that is shut is but a block"
CENTRAL ARCHAEOLOGICAL LIBRARY
GOVT. OF INDIA
Department of Archaeology
NEW DELHI.
Please help us to keep the book clean and moving.
S. B., 148. N. DELHI.